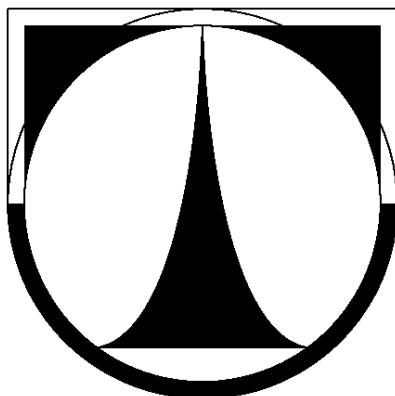


TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Ekonomická fakulta



DIPLOMOVÁ PRÁCE

2012

Bc. Marek Bilčák

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Ekonomická fakulta

Studijní program: N 6209 Systémové inženýrství a informatika

Studijní obor: Manažerská informatika

Řízení toku materiálu ve firmě Formcad s.r.o. prostřednictvím IS

Material flow management in the company Formcad s.r.o. realized through IS

DP-EF-KIN-2012-02

Bc. Marek Bilčák

Vedoucí práce: doc. Ing. Klára Antlová, Ph.D., KIN

Konzultant: Ing. Stanislav Hnělička, Formcad s.r.o.

Počet stran: 76

Počet příloh: 1

Datum odevzdání: 6. 1. 2012

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Ekonomická fakulta

Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Marek Bilčák**
Osobní číslo: **E09000298**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Manažerská informatika**
Název tématu: **Řízení toku materiálu ve firmě Formcad s. r. o.
prostřednictvím IS**
Zadávající katedra: **Katedra informatiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Význam IS ve firemní logistice
2. Modely řízení zásob v podmínkách výrobní firmy
3. Řízení zásob v návaznosti na řízení projektů
4. Analýza současného stavu materiálového toku a stavu jeho řízení (Formcad s. r. o.)
5. Vyhledání úzkých míst v materiálovém toku
6. Začlenění materiálového toku do informačního systému
7. Vyhodnocení provedené implementace

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: **65 normostran**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

BASL, J.; MAJER, P.; ŠMÍRA, M. Teorie omezení v podnikové praxi. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2003. 216 s. ISBN 80-247-0613-X.

CONOLLY, T.; BEGG, C.; HOLOWCZAK, R. Mistrovství - Databáze. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2009. 584 s. ISBN 978-80-251-2328-7.

TVRDÍKOVÁ, M. Aplikace moderních informačních technologií v řízení firmy. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2008. 173 s. ISBN 978-80-247-2728-8.

ROSENAU, M.; GITHENS, G. Successful Project Management: A Step-by-Step Approach with Practical Examples. 4th ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2005. 360 s. ISBN 978-0-471-68032-1.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Klára Antlová, Ph.D.**

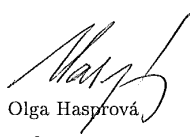
Katedra informatiky

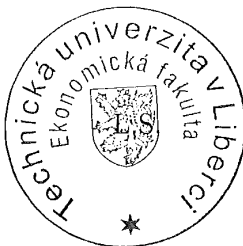
Konzultant diplomové práce: **Ing. Stanislav Hnělička**


Formcad s. r. o.

Datum zadání diplomové práce: **31. října 2011**

Termín odevzdání diplomové práce: **4. května 2012**


doc. Dr. Ing. Olga Hasprová
děkanka




doc. Ing. Jan Skrbek, Dr.
vedoucí katedry

V Liberci dne 31. října 2011

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci, 6. 1. 2012

Poděkování

Děkuji všem, kteří mi při realizaci této práce pomohli radou, případně ochotou diskutovat o problematice, kterou se práce zabývá. Zejména děkuji K. Antlové za vedení práce a náměty, kam směřovat.

Anotace

V diplomové práci je řešen nesoulad v určitých oblastech materiálového a informačního toku ve firmě Formcad s.r.o. Aby bylo řešení komplexní, vychází z teoretických základů logistických informačních systémů, modelů řízení zásob a řízení projektů. Popis současného informačního systému tvoří základ analýzy oblastí nesouladu materiálového a informačního toku. Bylo zjištěno, že u některých podnikových činností chybí v IS patřičné záznamy. Kvůli absenci centrálního kalendáře je obtížné sledovat stav objednávek a kvůli absenci funkčního plánování kapacit je řízení výroby nepřehledné. Ke zmíněným nedostatkům jsou uvedeny návrhy na způsob jejich odstranění. Implementace návrhů proběhne v nově vyvíjeném informačním systému, eFCIS. Provedenou implementaci bude možné po funkční i ekonomické stránce vyhodnotit na základě navržených kritérií.

Klíčová slova

informační systém, řízení zásob, projektové řízení, řízení výroby, databáze, firemní logistika, plánování kapacit

Annotation

This thesis describes a solution of discrepancy in certain areas of material and information flow in the company Formcad s.r.o. The thesis is based on theory of logistics information systems, models of supply management and project management. Description of the current information system forms the basis of analysis which finds out the areas where material and information flow are not consistent. It was discovered that some company activities doesn't have appropriate record in IS. It is difficult to track the status of orders due to absence of a central calendar. Due to absence of functional capacity planning, production management is disorganized. There are given proposals how to fix mentioned failures. Implementation of proposals will take place in the newly developed information system, eFCIS. It will be possible to evaluate the implementation by using proposed functional and economical criteria.

Keywords

Information System, Supply Management, Project Management, Production Management, Database, Business Logistics, Capacity Planning

Obsah

Úvod.....	13
1. Význam IS ve firemní logistice.....	14
1.1. Supply Chain Management.....	14
1.2. Logistické informační systémy.....	15
1.2.1. Elektronická výměna dat.....	16
1.2.2. Systémy na podporu rozhodování.....	16
1.3. Digitální továrna.....	17
1.4. Product Lifecycle Management.....	17
2. Modely řízení zásob v podmínkách výrobní firmy.....	19
2.1. Teorie omezení.....	19
2.2. Modely řízení zásob.....	20
2.3. Simulace podnikových procesů.....	20
3. Řízení zásob v návaznosti na řízení projektů.....	22
3.1. Projekt.....	22
3.1.1. Inicializace.....	23
3.1.2. Plánování.....	23
3.1.3. Sledování a řízení.....	24
3.1.4. Ukončení.....	24
3.2. Hodnocení dodavatelů.....	24
4. Popis současného stavu materiálového toku a popis stavu jeho řízení (Formcad s.r.o.).....	26
4.1. Dostupné informace o materiálovém toku.....	27
4.2. Databázové uložení dostupných informací.....	33
4.2.1. Položky.....	34
4.2.2. Pozice.....	38
4.2.3. Provázání položek a pozic.....	45
4.3. Pohyby materiálu.....	48
4.3.1. Získání materiálu.....	48
4.3.2. Kooperace.....	48
4.4. Informační systém.....	48

4.5. Probíhající vývoj IS.....	50
4.5.1. Uživatelské role.....	51
4.5.2. Uživatelská oprávnění.....	52
4.5.3. Oprávnění v praxi.....	55
4.5.4. Databáze.....	57
5. Vyhledání úzkých míst v materiálovém toku.....	59
5.1. Příprava materiálu.....	59
5.2. Využití kooperace.....	60
5.3. Kontrola a expedice.....	60
5.4. Plánování kapacit.....	61
6. Začlenění materiálového toku do informačního systému.....	62
6.1. Technická příprava výroby.....	62
6.2. Kalendář.....	66
6.3. Plánování kapacit.....	67
7. Vyhodnocení provedené implementace.....	70
7.1. Kritéria hodnocení.....	70
Závěr.....	72

Seznam obrázků

Obrázek 1: Propojení nákupních a prodejních trhů.....	15
Obrázek 2: Datový sklad.....	17
Obrázek 3: Úzké místo v průtoku.....	19
Obrázek 4: Diagram datových toků - základní procesy.....	27
Obrázek 5: Zápis zakázky.....	28
Obrázek 6: Formulář zápisu pozice do IS.....	30
Obrázek 7: Karta vlastního materiálu.....	31
Obrázek 8: Zjednodušené rozhraní objednávek.....	31
Obrázek 9: Rozpracovanost zakázky.....	32
Obrázek 10: Kontrola a expedice.....	33
Obrázek 11: Informace o položce.....	34
Obrázek 12: Stavy položek.....	35
Obrázek 13: Fakturace zakázek.....	36
Obrázek 14: Princip funkce cizích měn.....	36
Obrázek 15: Priority zakázek.....	37
Obrázek 16: Stavy pozic.....	38
Obrázek 17: Členění pozic.....	38
Obrázek 18: Hmotnost pozice.....	39
Obrázek 19: Rozměry pozic.....	40
Obrázek 20: Technologie.....	40
Obrázek 21: Předkalkulace časů a technologií.....	41
Obrázek 22: Předkalkulace ceny materiálu a výpalků.....	41
Obrázek 23: Časové rozpory při výrobě.....	42
Obrázek 24: Neshody pozic.....	42
Obrázek 25: Výroba dílů.....	43
Obrázek 26: Režijní časy.....	44
Obrázek 27: Dodací listy.....	45
Obrázek 28: Cenové nabídky.....	46
Obrázek 29: Objednávky.....	47

Obrázek 30: Uživatelské role v jednotlivých modulech.....	51
Obrázek 31: Princip funkce frameworku Doctrine 2.....	57
Obrázek 32: Technologická příprava výroby.....	63
Obrázek 33: Pohyby pozic.....	64
Obrázek 34: Hodnocení nákupů.....	65
Obrázek 35: Milníky pozic.....	66
Obrázek 36: Plánování lidských zdrojů.....	68

Seznam tabulek

Tabulka 1: Role uživatelů eFCIS.....	51
Tabulka 2: Příklad DB pohledu pro autentizaci a autorizaci.....	53

Seznam zkratk

BI	Business Intelligence
DFD	Data Flow Diagram
EDI	Electronic Data Interchange
ERD	Entity-Relationship Diagram
PLM	Product Lifecycle Management
SCM	Supply Chain Management
TOC	Theory of Constraints

Úvod

Firemní logistiku ovládly v posledních letech informační technologie. Staly se nepostradatelným zdrojem dat, která tvoří podklad pro získání informací a znalostí, jež jsou uplatněny ve všech úrovních řízení podniků. V prvních třech kapitolách této diplomové práce je téma informačních technologií v logistice rozvíjeno obecně pro výrobní podniky. Následují kapitoly týkající se přímo firmy Formcad s.r.o.

Nejprve je uveden všeobecný význam informačních systémů ve firemní logistice, přičemž se vychází ze Supply Chain Managementu, logistických informačních systémů, prototypování pomocí takzvané digitální továrny a téma je završeno Product Lifecycle Managementem.

Následuje podrobnější vysvětlení modelů řízení zásob v podmínkách výrobní firmy, kde je nosným principem teorie omezení. Jsou zde rovněž vysvětleny základy simulace podnikových procesů, což je de facto převedení digitální továrny do praxe.

Řízení zásob je dále ve třetí kapitole nahlíženo z pohledu řízení projektů a projektového managementu. Zde je nosným pilířem norma ISO 9001:2008, tedy Systém managementu kvality.

Ve čtvrté kapitole je už kladen důraz na praktickou stránku práce. Zde je popsán současný stav informačního systému ve firmě Formcad s.r.o. Současný informační systém však bude nahrazen jiným, který je v této chvíli ve vývoji. Tato práce v páté kapitole analyzuje slabá místa v současném toku informací a šestá kapitola obsahuje řešení, které po implementaci odstraní nalezené nedostatky. Metodika hodnocení provedené implementace je součástí sedmé kapitoly diplomové práce.

1. Význam IS ve firemní logistice

První kapitola stručně vysvětluje význam logistiky. Je zřejmé, že firmy nefungují ve vakuu, a proto je zde popsáno jedno z možných schémat spolupráce firem – dodavatelský řetězec. Aby byla spolupráce efektivní, probíhá výměna informací mezi společnostmi v řetězci pomocí informačních systémů. Rozvoj informačních technologií rovněž pomáhá jednotlivým firmám zefektivnit a zlevnit svou činnost. Proto je na konci kapitoly popsán koncept digitální továrny, který se dostává v současnosti do popředí. Díky vývoji elektronických prototypů totiž tok materiálu (fyzických dodávek) následuje až po úspěšně navrženém řešení finálního výrobku. Do té doby se mezi subjekty předávají detailní elektronické informace o jednotlivých částech finálního výrobku.

Tato práce se de facto zabývá hospodářskou logistikou, která *„se vyvíjí směrem k systémovému, komplexnímu pojetí, zahrnující do svých sladovacích aktivit všechny činnosti počínaje vývojem výrobků, přes nákup, zásobování a výrobu, až po distribuci výrobků konečným zákazníkům.“* [1 s. 49].

Velmi zajímavě začíná vysvětlovat pojem logistika Pernica [1]. Rozvíjí totiž myšlenku, na které staví i světová náboženství: *„Existuje princip správného jednání ve správném čase, jehož konečným efektem je zásadní, převratná změna.“* [1 s. 19]. Přes filozofický rozměr pojmu se dostává až do současnosti, kdy existuje vojenská a hospodářská logistika, přičemž ta hospodářská po druhé světové válce vznikla přenesením zkušeností z vojenské.

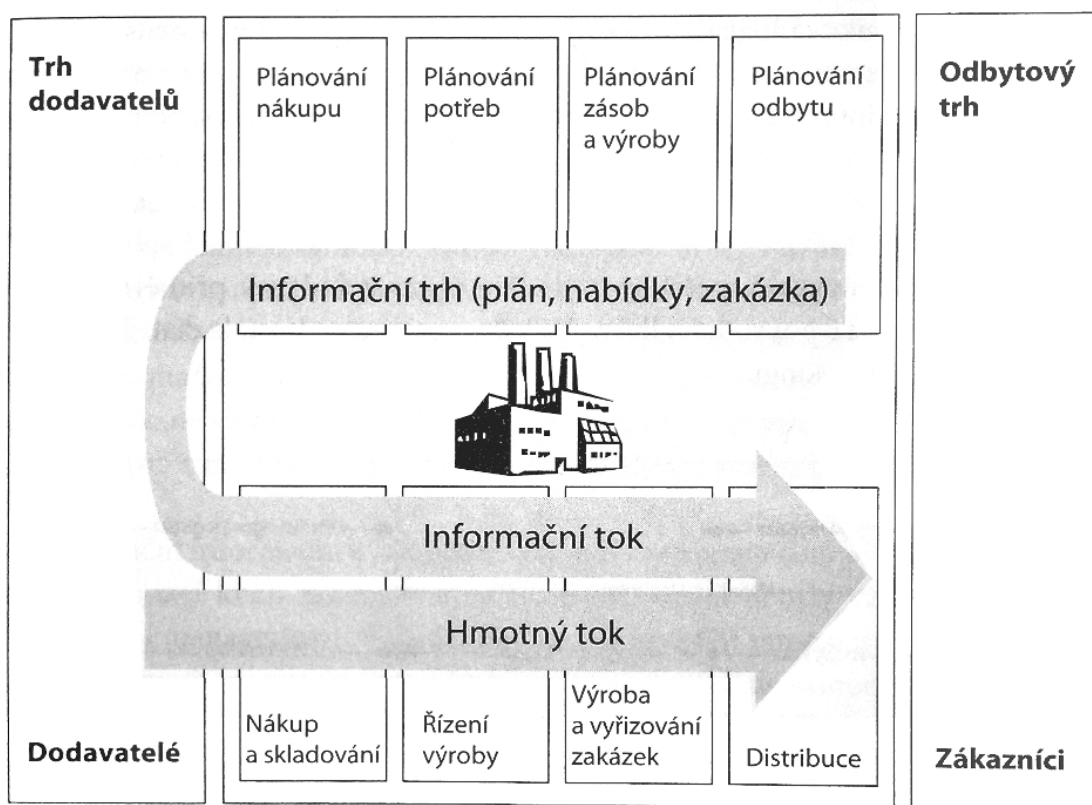
1.1. Supply Chain Management

Dnešní doba je charakteristická výměnou elektronických dat mezi jednotlivými systémy, jež data generují a kde dochází k jejich zpracování. Důvodem je že, *„Připravenost poskytovat informace získává stále větší význam jako kritérium diferenciacce podniků na trzích.“* [2 s. 135].

Díky tomu se neustále mění i podoba řízení logistických řetězců. Cílem je dosáhnout zlepšením řízení vyšší efektivity celého řetězce. Jednotlivé logistické řetězce mimo jiné tvoří dodavatelský řetězec, tzv. Supply Chain. S bouřlivým vývojem softwaru na poli

logistiky přijímá proces řízení v jednotlivých řetězcích nové podoby, a tím pádem se mění i řízení dodavatelského řetězce, tzv. Supply Chain Management (SCM). Jako SCM bývá označován i software, který řízení zprostředkuje.

Logistika tím pádem slouží k co nejefektivnějšímu propojení dodavatelů a zákazníků, případně odbytového a dodavatelského trhu. Přitom tok informací je iniciován na straně zákazníků, poté přichází k dodavatelům. Zpátky k zákazníkům se informační tok vrací už spolu s materiálovým tokem, jak ukazují Stehlík a Kapoun [2] na obrázku 1.



Obrázek 1: Propojení nákupních a prodejních trhů

Zdroj: [2 s. 29]

1.2. Logistické informační systémy

Lambert, Stock a Ellram [3 s. 76 - 82] ukazují, že zkrácením cyklu objednávky použitím moderních informačních technologií dojde k rychlejšímu vyřízení objednávky, a tím pádem k dřívějšímu uspokojení potřeby zákazníka.

1.2.1. Elektronická výměna dat

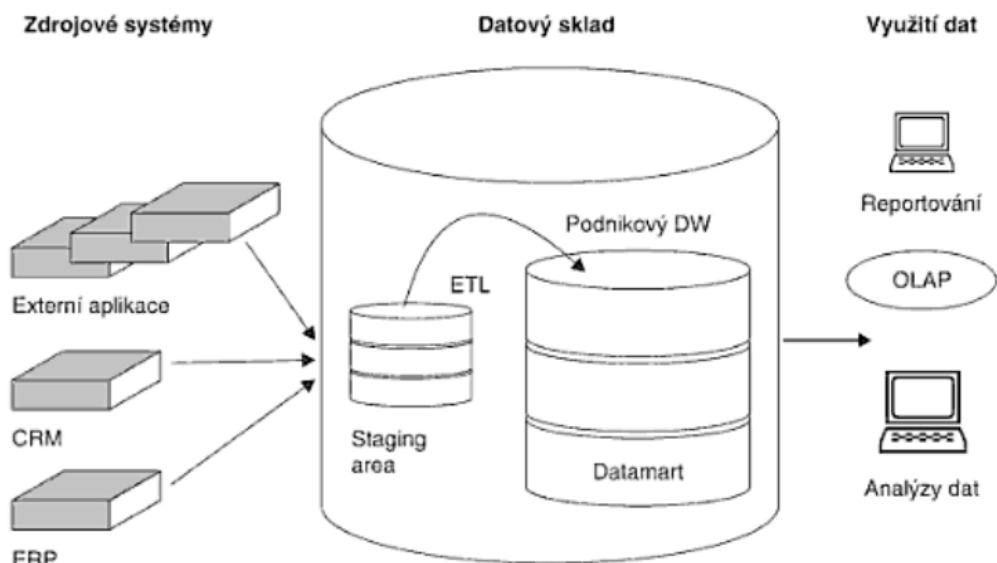
Elektronická výměna dat (Electronic Data Interchange, EDI) v ideálním případě znamená automatizovaný přenos standardizovaných informací mezi jednotlivými systémy v rámci jedné společnosti a také mezi společnostmi navzájem.

Díky správnému zavedení systému EDI se projeví jeho přínosy. Jde například o snížení objemu vytváření a zakládání dokumentů, vyšší přesnost, vyšší rychlost, snížení nákladů, snížení objemu práce a také snížení stavu zásob díky zkrácení cyklu objednávky [3 s. 88].

Díky EDI mohla vzniknout také část e-komerce, konkrétně B2B (Business to Business). Elektronická komerce je „*Distribuce, nákup, prodej a marketing fyzického zboží, informací a služeb pomocí počítačových sítí jako například Internetu.*“ [4 s. 354]. Trh typu Business to Business (tedy obchodování mezi firmami) je podstatně větší než všechny trhy ostatních typů dohromady [4 s. 387].

1.2.2. Systémy na podporu rozhodování

Systémy na podporu rozhodování (Decision Support System, DSS) doznaly rozvoje hlavně v posledních letech, což souvisí s rozvojem Business Intelligence (BI). Data jsou soustředěna do datových skladů, což jsou databázové systémy navržené pro podporu rozhodování pomocí integrovaného pohledu na korporátní data [4 s. 460]. Data jsou do datových skladů přidávána pomocí online analytického zpracování (OLAP) [4 s. 466 - 469]. Následně jsou vybírána takzvaným data miningem, což znamená, že jsou extrahovány validní, předtím neznámé a prakticky použitelné znalosti [4 s. 469 - 474]. Toto znázorňuje Tvrdíková [5] na obrázku 2.



Obrázek 2: Datový sklad

Zdroj: [5 s. 109]

1.3. Digitální továrna

Charles Douglass, ředitel divize strojírenských řešení ve firmě Autodesk pro region střední Evropy, tvrdí, že „Ve strojírenství je obzvláště důležité řízení toku informací a poskytnutí prostředí, které pokrývá všechny potřebné procesy.“ [6]. Firmy produkující CAD a CAM software se snaží svým zákazníkům nabídnout vždy něco víc než jejich konkurence. Velcí hráči na trhu tak nabízí software, který simuluje takzvanou digitální továrnu. Na trhu jsou řešení od firem Autodesk, Dassault Systèmes, SolidWorks, PTC a mnohých dalších.

Takové softwary mají za cíl zjednodušit návrh nových výrobních celků, ať už strojů nebo kompletních výrobních linek. Navržené řešení je nejprve digitálně odzkoušeno a teprve potom se začíná s výrobou reálného prototypu. Dojde tak k významné úspoře budoucích logistických nákladů, protože některé ze skrytých chyb se projeví už u digitálního prototypu.

1.4. Product Lifecycle Management

Díky systémům Product Lifecycle Managementu (PLM) dojde k vytvoření soudržné struktury dat, která je k dispozici nejen při vývoji produktu, ale i při jeho úpravách, pokud

je to v budoucnu potřeba. Pomocí PLM jsou získávána data o produktu i po jeho prodeji a nasazení u zákazníka, aby se díky zpětné vazbě mohl výrobek zkvalitnit.

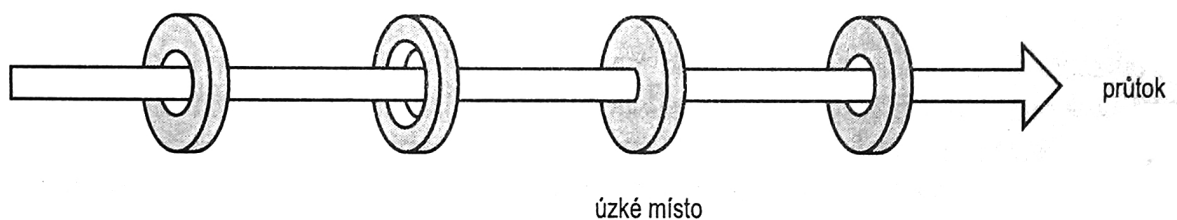
Logistické informační systémy samozřejmě koncept PLM implementují tam, kde je to možné. V praxi se ukazuje, že nejslabším místem bývá opakované použití již jednou získaných znalostí. Pokud je k tomuto nedostatku na straně uživatelů informačních systémů přihlíženo už při vývoji IS, lze navrhnout mechanismy, které uživatele (na straně firem) přimějí přijímat zpětnou vazbu od zákazníků.

2. Modely řízení zásob v podmínkách výrobní firmy

Protože tato diplomová práce řeší zlepšení konkrétního informačního systému, je nutné uvést, jak lze pojímat řízení zásob v podmínkách výrobní firmy. Konceptů je více, každý je vhodný pro jinou firmu. Závisí zde na jejím zaměření a na velikosti. Nejprve však bude popsána obecně platná teorie omezení a následně bude stručně věnována pozornost existujícím modelům řízení zásob s odkazy na příslušnou literaturu. Protože řešený informační systém existuje ve výrobní firmě, jsou v této kapitole rozebrány také možnosti simulace výrobních procesů a hlavně úskalí, na kterých simulace výrobních procesů může ztroskotat.

2.1. Teorie omezení

Podle Basla a kol. „*Omezení určuje velikost průtoku v podniku.*“ [7 s. 35], což je doloženo obrázkem 3. Jak na omezení přijít a jak s nimi dál nakládat řeší teorie omezení (Theory of Constraints, TOC).



Obrázek 3: Úzké místo v průtoku

Převzato z [7 s. 35]

Typickým výrobním omezením je stroj, tedy kapacitně úzké místo, případně špatně zvolená výrobní dávka. Podnikovými omezeními mohou být jeho jednotlivá oddělení, finanční prostředky, podniková kultura nebo umístění podniku v rámci dodavatelského řetězce. Svá omezení má i dodavatelský řetězec, a to jeden z podniků, kooperaci podniků, případně podnikovou kulturu [7 s. 36].

Omezení lze zlepšit například pomocí principu pěti kroků TOC. Nejprve je identifikováno omezení systému. Následně je dané omezení maximálně využito. Ve třetím kroku je

všechno v systému (podniku) podřízeno tomuto omezení. Potom je omezení odstraněno a nakonec se cyklus opakuje návratem zpět k zásadě uvedené v prvním kroku [7 s. 37].

2.2. Modely řízení zásob

Manažer ke svému rozhodnutí potřebuje podle Plevného a Žižky [8] kromě svých zkušeností a úsudku také data založená na matematických technikách [8 s. 10]. Takovými daty jsou především ekonomicko-matematické modely. Na základech těchto modelů jsou postavené informační systémy, které mají s řízením zásob co do činění.

Modely řízení zásob jsou rozděleny do dvou skupin. Na deterministické a stochastické. Stochastické modely jsou takové, kde je některý z prvků modelu dán jako náhodná veličina, která je zadána pomocí známého náhodného rozdělení. Zpravidla dochází ke kolísání spotřeby zásob [9 s. 68]. Toto kolísání je nutno vyrovnávat a to buď Q-systémem řízení zásob [9 s. 68] nebo P-systémem řízení zásob [9 s. 69].

V deterministických modelech vystupují všechna data jako konstanty. Sem patří úlohy lineárního a nelineárního programování nebo teorie grafů [8 s. 14].

Dalším silným nástrojem sloužícím k řízení zásob v návaznosti na řízení projektů je síťová analýza. Zejména k vytyčení kritické cesty jde o velmi užívaný nástroj [9 s. 171 - 180].

Problematika modelů řízení zásob je však velmi obsáhlá, a proto je k jejímu detailnímu prostudování doporučena další literatura. Zejména Sixta a Žižka [9], případně Plevný a Žižka [8].

2.3. Simulace podnikových procesů

Pokud je v podniku použitím teorie omezení nalezeno úzké místo, a pokud je možné provést simulaci výrobních procesů, je možné firemní procesy plánovat na základě takovéto simulace.

Pro simulaci podnikových procesů, a tedy i zásobovacích front, případně čerpání zásob ze skladů, je vyvinuto několik metod. Existují dokonce programy, které pomocí těchto

metod umožní simulovat podnikové procesy. Porozumění této diplomové práce pomůže, pokud má čtenář alespoň jejich základní znalost, kterou popisuje například Řepa [10] nebo Dlouhý a kol. [11].

Kapitola je však v práci zařazena proto, aby poukázala na možná úskalí simulace výrobních procesů. Musí být totiž zřejmé, kdy tuto simulace lze použít a kdy naopak budou její výsledky zkreslující a nepřesné. Rozhodujícím faktorem je množství znalostí, které jsou k dispozici pro každý jednotlivý případ, který je simulován. Pokud bude takovým případem výroba různých dílů na multifunkčním stroji, který používá množství nářadí a složité technologické postupy, musí být již před výrobou k dispozici množství znalostí, které popisují budoucí výrobu. Pokud jsou nutné informace k dispozici, lze výrobu simulovat. Problém mohou však zapříčinit skutečnosti, jež nelze určit předem – poruchy stroje, úpravy předem stanovené technologie podle skutečností, jež se objeví až při výrobě, a podobně. Podobné nahodilé situace nelze předem uvést ani pomocí pravděpodobnostního rozdělení, protože neexistují data, ze kterých by šlo vycházet.

Naopak velmi dobře lze simulovat sériovou výrobu. Zde se dá určit čas výměny jednotlivých dílů vyráběných strojem. Na základě předešlých skutečností lze stanovit pravděpodobnostní rozdělení, jež vyjádří nahodilosti vzniklé ve výrobě.

3. Řízení zásob v návaznosti na řízení projektů

Po popisu principů, na kterých jsou založeny informační systémy, následuje pohled ze strany jejich uživatelů – firem i jednotlivců. Pozornost bude tedy zaměřena na možnosti efektivní spolupráce těch, kdo data vytváří a kdo se jimi řídí. Jakýkoliv informační systém musí být oporou právě takovéto spolupráce uživatelů. Po popisu projektového řízení bude následovat ještě úvod do problematiky hodnocení dodavatelů, kde správné využití informačního systému tvoří základnu pro rozhodování.

Vedení firem postupně chápe, že je vhodné své podnikání zaštitit certifikátem, který dokládá kvalitní řízení firmy. Tento certifikát v našem prostředí nejčastěji vychází z normy ISO 9001:2008. Norma uplatňuje princip, že kvalitního řízení lze dosáhnout neustálým zlepšováním. Princip je ilustrovaný pomocí *modelu procesně orientovaného systému managementu kvality* [12 s. 13]. V anglickém originálu se tento model nazývá *Model of a process-based quality management system*. Anglický název obsahuje původní myšlenku, totiž kvalitní management. Český překlad, management kvality, je z tohoto pohledu velmi nezdařilý.

Přes popsany nedostatek uplatňování normy ISO 9001:2008 samozřejmě vede ke kvalitnímu řízení. Projektové řízení je přímo určeno k implementaci procesů, jak je chápe norma [12 s. 11]. Díky tomu může být projektové řízení postaveno na pevných základech, které se osvědčily v jiných firmách, a tudíž byly včleněny do ISO 9001:2008.

Na základě normy ISO 9001:2008 je v každé firmě zpracována příručka kvality, která obsahuje mimo jiné dokumentované postupy vytvořené pro systém managementu kvality nebo odkazy na tyto postupy a popis vzájemného působení mezi procesy systému managementu kvality [12 s. 17].

3.1. Projekt

Projektovému řízení je věnována pozornost, protože na něj bude odkazováno později v této práci. Specifikem kusové, případně malosériové strojírenské výroby, je totiž také chápání zakázek. Konkrétně v případě Formcad s.r.o. platí, že přes možnost opakování zakázek

po určitém čase, jde vždy o unikátní projekty. To je zapříčiněno například rychlým vývojem na poli technologií a nástrojů, které jsou pro výrobu zakázky používány.

Podle Adamce [13] „*Projekt je řízený proces aplikace úkolů a zdrojů s definovaným cílem v určeném časovém rámci.*“ [13 s. 19]. Potom „*Projektové řízení = souhrn metod a nástrojů napomáhajících ke splnění cíle projektu.*“ [14 s. 10].

Projekt lze rozdělit podle několika fází jeho životního cyklu. Zde se už autoři odborné literatury přesně neshodnou na jejich definici, zde použité rozdělení vyjde ze syntézy Sixtova pojetí [9 s. 54] a detailnějšího Dvořákova rozboru [14].

Je potřeba zdůraznit, že projekty vykazují omezení na základě takzvaného trojimperativu, tedy kombinace času, kvality a nákladů [14 s. 11]. Dále jsou projekty pokaždé jedinečné. Přes tato omezení, možná však díky nim, je zde moment, kdy firmě pomůže příručka kvality, která popisuje standardizované řešení modelových situací. Tím pádem se napomáhá, aby projektové řízení bylo zároveň kvalitním řízením.

3.1.1. Inicializace

Ve fázi inicializace se projekt nachází de facto ještě před tím, než se poprvé zapne projektový software. Používají se nástroje jako například metoda logického rámce nebo myšlenkové mapy.

O zásobách se v tuto chvíli uvažuje pouze abstraktně – vznikají požadavky na vše, co bude potřeba v dalším běhu projektu.

3.1.2. Plánování

Na základě předešlých zkušeností a pevně stanovených metrik se ve fázi plánování určují doby trvání každé z činností, která bude součástí projektu. Dále jsou stanoveny vzájemné závislosti a časové omezení činností.

Zde už přichází otázka, kdy a jaké zásoby budou nezbytné pro další běh projektu. Jsou vybráni dodavatelé zásob, k čemuž poskytuje pomoc norma ISO 9001:2008 pomocí

hodnocení dodavatelů, viz kapitola 3.2. Samozřejmě lze použít jiný způsob výběru, například vlastní zkušenost z minulosti. Záleží na konkrétních podmínkách každého prováděného výběru dodavatelů.

3.1.3. Sledování a řízení

Při běhu projektu je sledováno plnění dílčích cílů a do projektového softwaru jsou zaznamenávána dosažení milníků. Obzvlášť velký důraz je přikládán dodržení časového rozpočtu činností, které leží na vytyčené kritické cestě, protože každý jejich průtah by způsobil prodloužení celkové délky trvání projektu, tedy nedodržení jeho časového rozpočtu.

U dodávaných zásob je kontrolována jejich kvalita, sledován čas a cena dodávek. Vše je porovnáváno s vytvořeným plánem, aby nedošlo k překročení rozpočtu a aby byly případné chyby řešeny co nejdříve.

3.1.4. Ukončení

Ve fázi ukončení projektu je z hlediska řízení zásob důležité postupné vytváření znalostní databáze, která pomůže při rozhodování v dalších projektech. Jak bude tato databáze vypadat, je určeno konkrétními podmínkami každého z projektů. Je však velmi důležité standardizovat a uložit znalosti tak, aby byly přenositelné nejen mezi projekty, ale i mezi členy projektových týmů.

3.2. Hodnocení dodavatelů

Hodnocení dodavatelů bylo zmíněno v předešlé kapitole a nyní bude podrobněji popsáno. Je nutné zdůraznit, že následující teoretické principy musí být prakticky uplatnitelné, čemuž by měl být uzpůsoben firemní informační systém.

Pokud je součástí projektu pořízení zásob, „organizace musí zajistit, aby nakupovaný produkt vyhovoval specifickým požadavkům na nákup“ [12 s. 24]. Dále „organizace musí hodnotit a vybírat dodavatele podle jejich schopnosti dodávat produkt v souladu s požadavky organizace“ [12 s. 24]. Nakonec „organizace musí stanovovat a uplatňovat

inspekční nebo jiné činnosti nezbytné pro zjištění toho, že nakupovaný produkt splňuje specifikované požadavky nákupu“ [12 s. 25].

V praxi to znamená, že každá firma si nastaví vlastní kritéria, podle kterých hodnotí své dodavatele. Pokud dodavatelé neprojdou nastavenými kritérii, je spolupráce s nimi ukončena. V případě, že není v zájmu organizace spolupráci úplně ukončit, je alespoň přihlíženo k rizikovosti této spolupráce. Vše je popsáno v příručce kvality, což je dokument rovněž požadovaný normou ISO 9001:2008. Kritéria jsou pravidelně auditována, aby mohla neustále poskytovat co nejlepší podklady pro rozhodování.

Nebezpečím současného dynamického světa, kde jedinou konstantou je změna, je právě neshodnost adaptace na tuto změnu. „*Lidé často kladou odpor změnám, protože jim nerozumí, nevědí, co od nich očekávat, anebo naopak tyto změny považují za nevhodné a špatně uváděné.*“ [15 s. 99]. Proces hodnocení dodavatelů by měl v oprávněných případech iniciovat změnu. Proto každý zaměstnanec, který zodpovídá při běhu projektu za výběr dodavatele zásob, musí mít na paměti přínos změny. Pro zajištění tohoto stavu lze doporučit, aby byli příslušní zaměstnanci seznámeni s kritérii, která jsou používána pro hodnocení dodavatelů. Ideálně by se tito zaměstnanci měli aktivně podílet na hodnocení dodavatelů. Potom sami uvidí přínos a přijmou myšlenku hodnocení dodavatelů za vlastní.

Při využití kooperace výroby, jak ji pojímá Duchoň [16 s. 123], jde de facto o totéž. Pouze dodávané zásoby se liší od běžného nákupu materiálu. Zde je však ještě více podstatná kontrola dodaných zásob. Kvalita zásob, termín dodání a cena za dodávku potom bývají hlavními kritérii při hodnocení dodavatelů.

4. Popis současného stavu materiálového toku a popis stavu jeho řízení (Formcad s.r.o.)

Nyní už po teoretickém nastínění problematiky firemních informačních systémů, jejich specifik při plánování výroby ze strany výrobních kapacit i ze strany samotných uživatelů, následuje praktická část diplomové práce.

V průběhu tvorby této práce se ukázalo, že začlenění materiálového toku do informačního systému je velmi výrazným zásahem do IS. Aby práce měla praktický přínos, navrhne začlenění materiálového toku i na implementační úrovni, a to v kapitole 6. Samotná implementace už nebude součástí této práce, protože jde o velmi rozsáhlý projekt.

Při popisu současného stavu informačního systému dojdeme k přesvědčení, že jeho vývoj je ve stávající podobě neudržitelný. Na tomto místě bude popsán vývoj eFCIS, nástupce stávajícího IS. Navrhovaná implementace (v kapitole 6.) tak bude počítat s nasazením až v eFCIS, nikoliv ve stávajícím IS.

Napříště tak bude eFCIS označovat nově vyvíjený software, stávající nebo současný IS bude pojmenování pro aktuálně využívaný software.

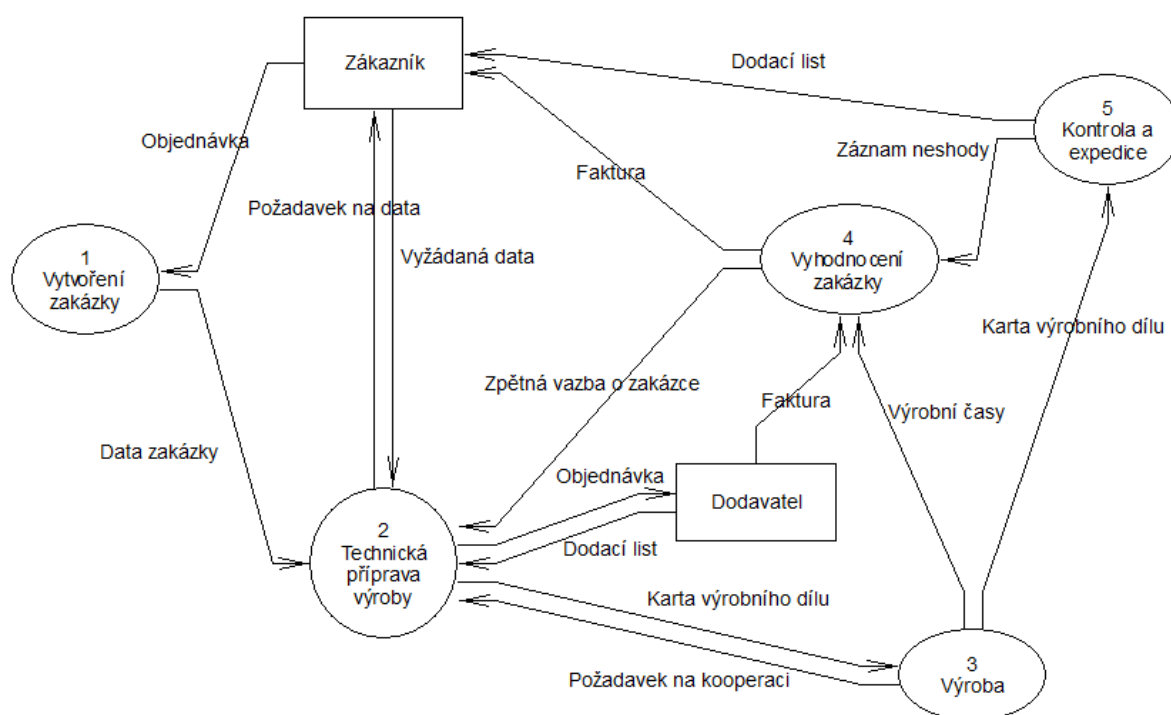
Při popisu současného stavu IS je nastíněn jeho historický vývoj a podrobněji je popsán současný stav vyvíjeného eFCIS. K pochopení podrobnějšího popisu je nutná alespoň částečná znalost Zend Frameworku, případně alespoň obecná znalost návrhového vzoru Model-View-Controller. V této diplomové práci není prostor pro vysvětlení principu jeho fungování, který už provedli jiní (například Vikram Vaswani [17] nebo Marian Böhmer [18]). Bude zde však věnována podrobnější pozornost aspektům autorizace v modulové aplikaci, což je problematika, které se literatura vyhýbá.

Datové toky jsou popsány pomocí Data Flow Diagramů (DFD) [19 s. 104]. Pokud v DFD budou patrné zdánlivé černé díry nebo samogenerující procesy, jde o jisté zjednodušení situace. Datové vstupy do datastorů, z nichž jsou v některých případech pouze čerpána data, nebo procesy zdánlivě bez vstupů jsou vždy součástí jiného diagramu, který zde však není uveden. Až kompletní sada DFD tvoří kompaktní celek, který lze soudit z popsaných

hledisek. Popis databáze předpokládá znalost ER diagramů [20 s. 19 - 21] a alespoň částečné obeznámení s principy funkce ORM frameworku Doctrine 2.

4.1. Dostupné informace o materiálovém toku

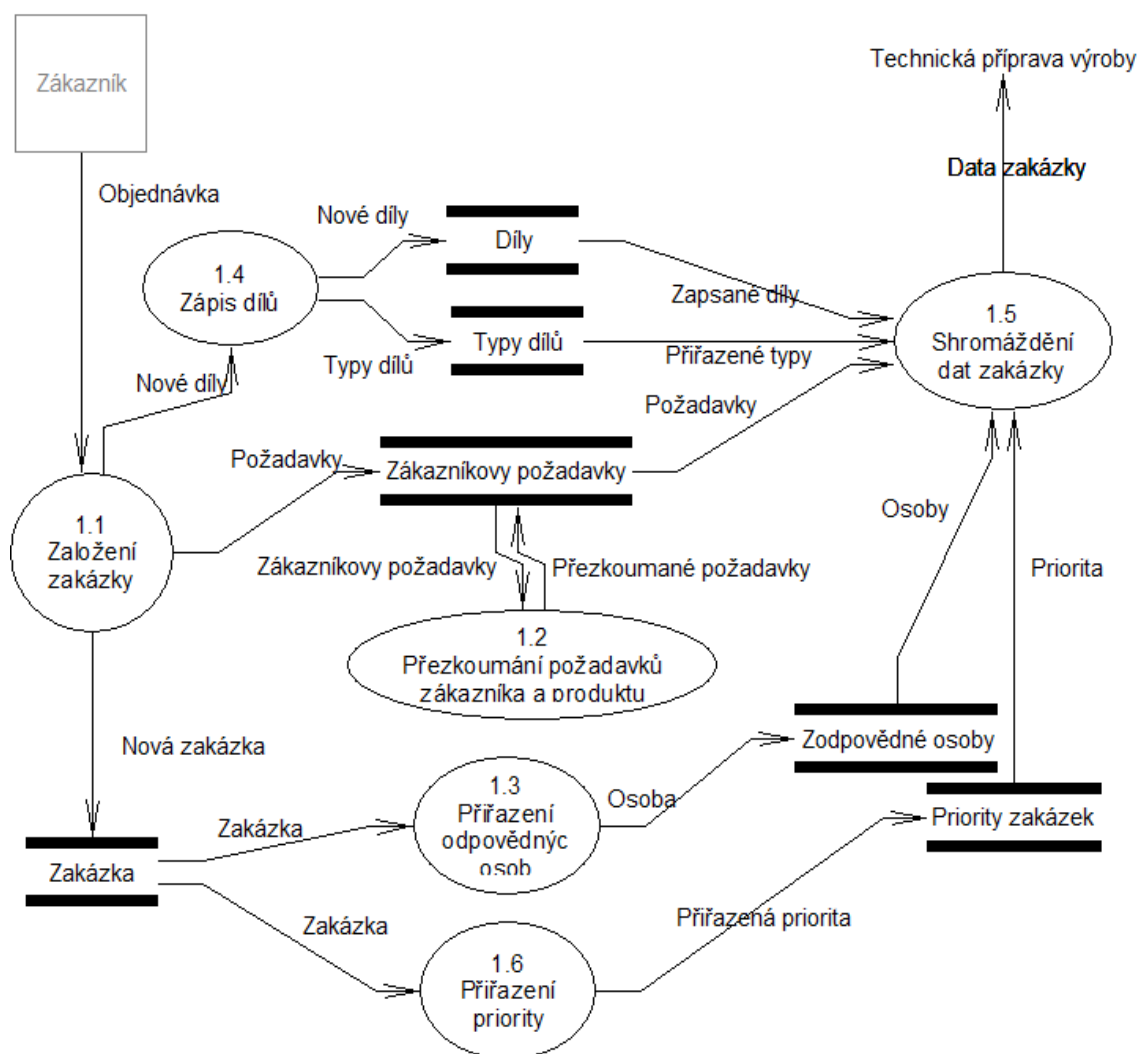
Materiálový a informační tok jsou na sobě závislé. Tuto závislost popisuje Sixta [21 s. 54 - 58] a zachycuje ji obrázek 1. V současném stavu ve firmě Formcad je materiálový tok řízen prostřednictvím informačního systému. Některé z informací o průběhu materiálového toku však v IS nejsou, proto je zde prostor k zlepšení a zvýšení efektivity řízení.



Obrázek 4: Diagram datových toků - základní procesy

Datový tok řízení materiálového toku zachycuje obrázek 4. Jde o Data Flow Diagram první úrovně. Zobrazuje základní toky dat mezi firemními procesy. Pro přehlednost v něm nejsou žádné entity typu Data Store.

Formcad provádí pouze výrobu na objednávku. Zákazníková objednávka je zpracována jako zakázka (obrázek 4, proces 1). Každá zakázka má libovolné množství dílů, v přesnější terminologii výrobních pozic. Mimo ně jsou zde i pozice abstraktní, nevýrobní. Jejich příkladem je provedení konstrukčních prací na celou sestavu. U nevýrobních pozic však neexistuje žádný tok materiálu, do diplomové práce tím pádem nespádají. Zakázka má zpravidla jediný termín, kdy musí být všechny díly hotové a dodané. Obrázek 5 představuje druhou úroveň diagramu datových toků, proces zápisu zakázky.



Obrázek 5: Zápis zakázky

Každý z dílů je různě složitý, a proto je nutné v procesu technické přípravy výroby (obrázek 4, proces 2) určit předpokládaný čas výroby. Složitost dílu se dá stanovit pouze

z technického výkresu, který se na zákazníkovu vyžádá, pokud ho sám nedodal. Toto je příklad požadavku na data, což je datový tok mezi přípravou výroby a zákazníkem (viz obrázek 4).

U některých dílů dodá materiál zákazník, u jiných musí materiál zajistit Formcad. Při zápisu dílů do stávajícího IS je dokonce zohledněna možnost výběru předpokládaného dodavatele materiálu. Stejně tak se určuje, zda bude díl tvarovým výpalkem. Pokud ano, je nutné vytvořit data pro vypálení obvodu dílu. Na obrázku 6 je kompletní formulář zápisu dílu do stávajícího IS. Kromě zmíněných podrobností obsahuje ještě další data, která jsou využita v průběhu výroby zakázky.

v procesu technické přípravy výroby (viz obrázek 5). Podkladem je karta vlastního materiálu (obrázek 7). V současném IS je možné sledovat stavy objednávek v rámci zakázek (obrázek 8) i v souhrnném přehledu všech objednávek.

KARTA VLASTNÍHO MATERIÁLU - zakázka č.: 43-02-11 objednávka č.: 31161132

Díl číslo	Ks	Čisté rozměry			Rozměry polotovaru			Jakost	DXF	Předpokládaný dodavatel
		X Ø	Y I	Z	X Ø	Y I	Z			
EIFA36	1	28	45	53.5	50	30	58	11373		Formcad s.r.o.
EIFA37	9	28	45	53.5	50	30	58	11373		Formcad s.r.o.
EIFA40	8	28	39	45	40	30	50	11373		Formcad s.r.o.
EIFE36	1	55	66	68.5	60	70	70	11373		Formcad s.r.o.
RAFA18	1	10	10	806	10	10	830	11373		Formcad s.r.o.
RAFA19	1	10	15	390	10	15	395	11373		Formcad s.r.o.
RAFA20	1	10	15	420	10	15	425	11373		Formcad s.r.o.
RAFA21	1	10	15	220	10	15	225	11373		Formcad s.r.o.
RAFA22	1	10	15	420	10	15	425	11373		Formcad s.r.o.
RAFA24	1	50	70	194	70	50	200	11373		Formcad s.r.o.
RAFA27	1	10	15	95	10	15	100	11373		Formcad s.r.o.
RAFA28	1	10	15	70	10	15	75	11373		Formcad s.r.o.
RAFA29	1	10	15	60	10	15	65	11373		Formcad s.r.o.
RAFA33	8	16	25	60	20	30	65	11523		Formcad s.r.o.
RAFA34	8	12	20	36	25	20	40	11523		Formcad s.r.o.
RAFA44	2	80	85	416	85	90	420	11373		Ferona HK
RAFA45	1	5	130	165	5	130	165	11373	X	REKUPER
RAFA46	1	5	40	512	40	5	517	11373		Formcad s.r.o.
RAFA47	1	5	40	353.5	40	5	360	11373		Formcad s.r.o.
RAFA48	1	5	40	1073.5	40	5	1079	11373		Formcad s.r.o.
RAFA49	1	5	40	210	40	5	215	11373		Formcad s.r.o.
RAFA52	1	30	200	650	35	200	650	11373		Ferona HK

Obrázek 7: Karta vlastního materiálu

Zakázka	Přezkoumání požadavků	Objednávky	Dodací listy	Cenové nabídky
<div> Nová objednávka </div>				
Číslo	Dodavatel	Typ	Termín dodání	
4783	Ferona a.s.	Materiál	21.3.2011	Zobrazit Ostatní akce
4781	REKUPER SYCHROV s.r.o.	Materiál	21.3.2011	Zobrazit Ostatní akce
4780	ALFA FARSKÝ s.r.o.	Kooperace	31.3.2011	Zobrazit Ostatní akce
4779	Formcad s.r.o.	Materiál	11.3.2011	Zobrazit Ostatní akce

Obrázek 8: Zjednodušené rozhraní objednávek

Díly jsou ve výrobě opatřeny kartou výrobního dílu. Stav výroby lze sledovat pomocí přehledu rozpracovanosti zakázky. Ve chvíli, kdy výrobu díl opustí a projde výstupní

kontrolou, je zobrazena tato informace v sloupci *stav dílu*, což dokládá obrázek 9. Zkontrolované pozice jsou odeslány zákazníkovi, o čemž existuje záznam na dodacím listu. Zakázka může mít více různých dodacích listů, pokud je to potřeba. Expedici a kontrolu z pohledu datových toků popisuje obrázek 10.

Výroba zakázky 73-03-11

Časy Přepočítané na všechny kusy

Řazení Podle čísla čár. kódu Podle názvu

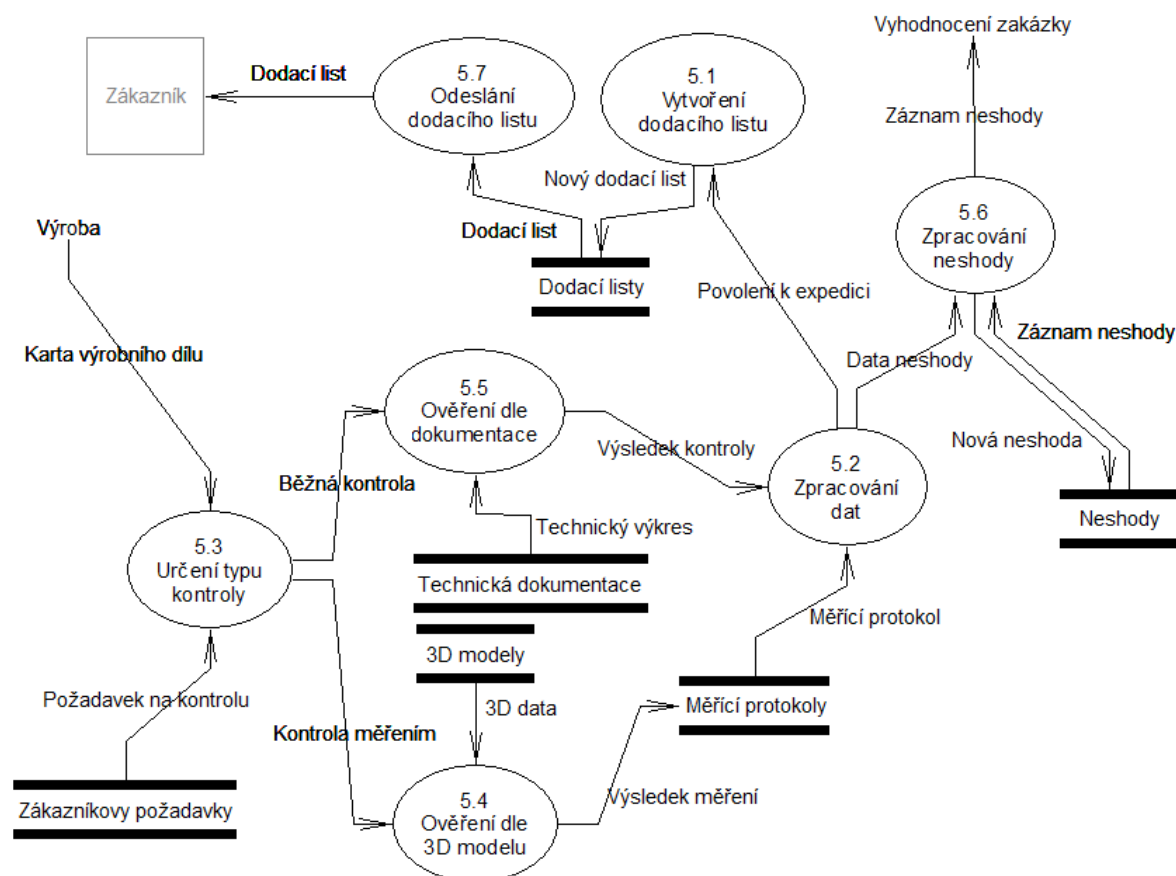
Zaškrtnout vše

Odškrtnout vše

Pozice	Ks	Stav dílu	Celkem			PRG 2D		PRG 3D		Konst.		CNC		Horiz.		Vrtání		Fréza		Broušení		Ruční		Měření	
			PK	VK		PK	VK	PK	VK	PK	VK	PK	VK	PK	VK	PK	VK	PK	VK	PK	VK	PK	VK	PK	VK
1-05	1	✓	33	29.5	?	9	2.6					20	11.9	5.1				4.5				4	5.4		
1-10	1	✓	33	34.5	?	9	4.3					20	10.1	9.7				5.7				4	4.7		
1-18	1	✓	2.2	5	?	0.5	0.5					0.8	2.9					0.5	0.9			0.4	0.7		
1-21	1	✓	2.2	5.2	?	0.5	0.5					0.8	3.5					0.5	0.5			0.4	0.7		
2-25	1	✓	27	24.1	?	6	1.1					16	8.8	6.2				1.2				5	6.8		
3-01	1	✓	7.3	7.2	?	0.8	1.5					4.5	5.2					1.5				0.5	0.5		
3-02	1	✓	6	5.9	?	0.8	1					3.2	3.2					1.5	1.2			0.5	0.5		
Celkem			111	111																					

Kompletně ukončit označené pozice

Obrázek 9: Rozpracovanost zakázky



Obrázek 10: Kontrola a expedice

4.2. Databázové uložení dostupných informací

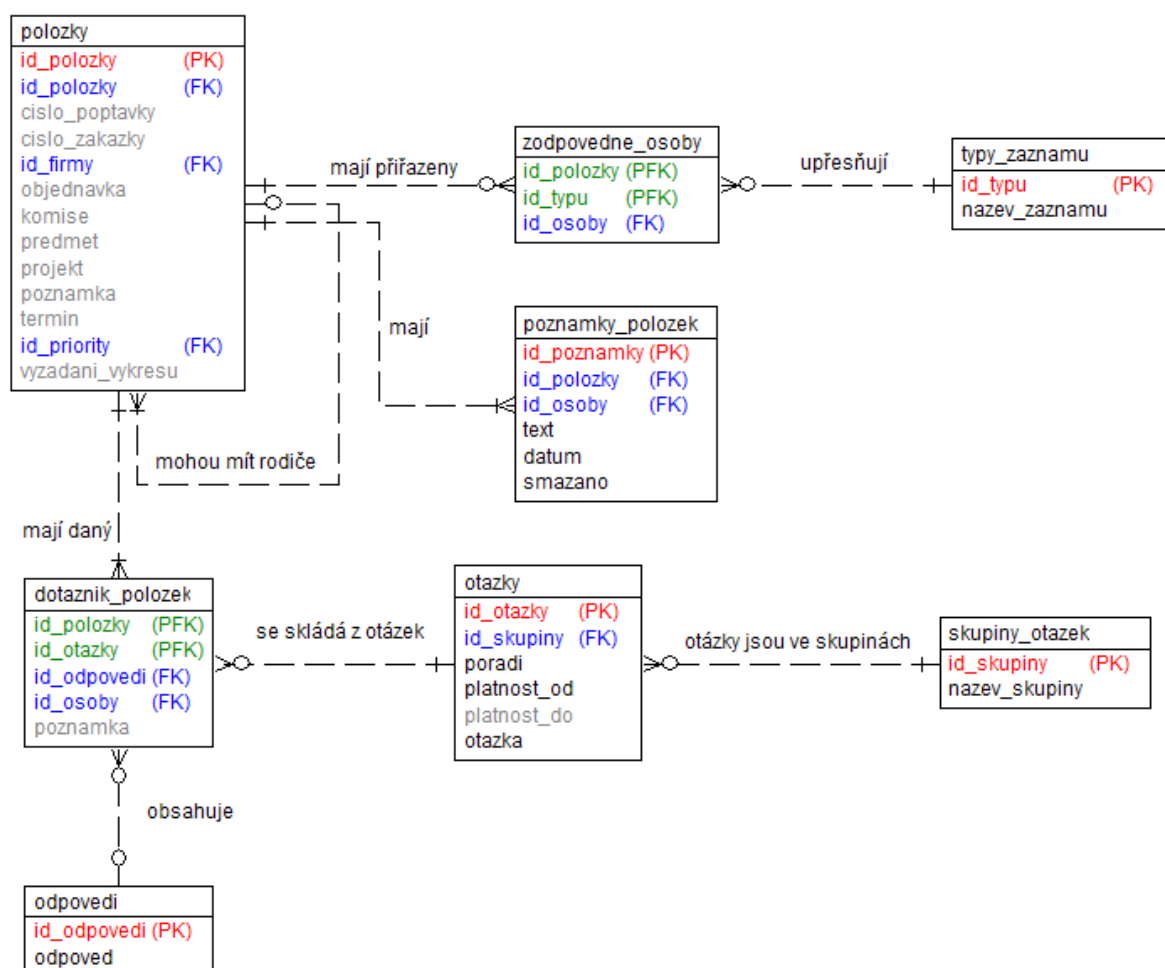
V předešlé subkapitole byly popsány informace, které jsou dostupné v současném IS. Pro konzistenci celého systému je důležité popsat uložení zmíněných informací v databázi. Použita je relační databáze PostgreSQL ve verzi 9.1, tabulky jsou dekomponované do třetí normální formy [4 s. 195].

Pro ilustraci databázových vztahů je využit software Case Studio 2 verze 2.25.0. Tato verze má bohužel jednu slabinu – zobrazované názvy atributů cizích klíčů mají stejný název, jako primární klíč, na který odkazují. Pokud je v jedné relaci více cizích klíčů, které odkazují na stejný primární klíč, budou zobrazeny se stejným názvem. Konkrétně jde o PK `id_osoby` z relace `osoby`, který se jako FK jmenuje také `id_osoby`, přestože jednou by se mohl jmenovat `id_vlozil` a podruhé `id_zmenil`. Název použitý pro generování SQL se však dá upravit. Software je tedy použitelný, avšak zobrazení relací v této diplomové práci trpí popsáním nedostatkem. Dále je v této práci podceněný význam

kardinality vztahů mezi relacemi. Může se tak stát, že vztah v ER diagramu svou kardinalitou přesně neodpovídá skutečnosti v situaci, kdy se rozhoduje o povinnosti účasti ve vztahu.

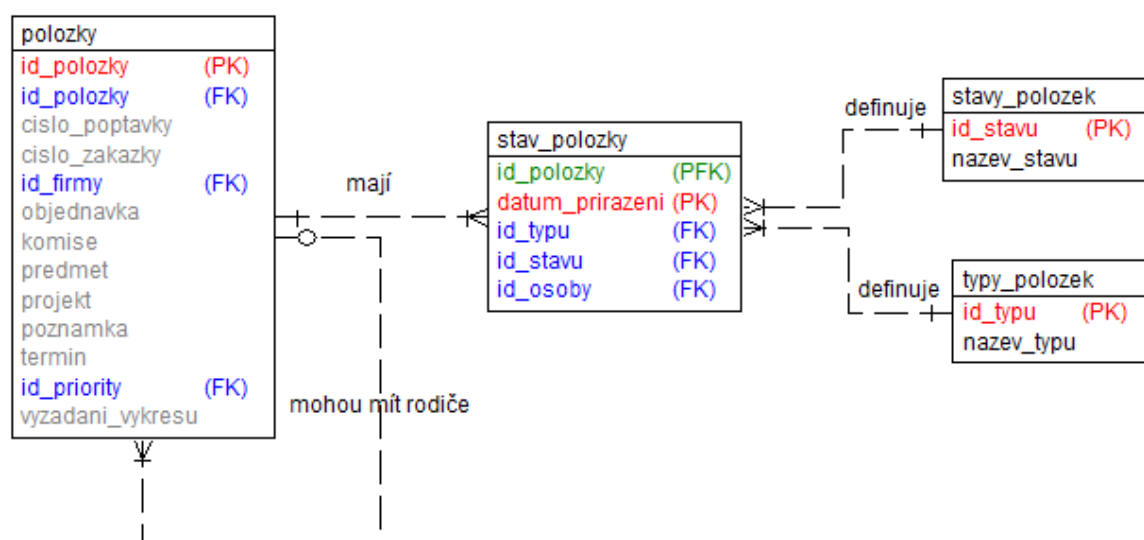
4.2.1. Položky

Základním prvkem sdružujícím pozice jsou zakázky, případně poptávky, souhrnně označené jako položky. Informace o položkách jsou dvojího druhu. Nejprve má každá položka pro různé činnosti přiřazené zodpovědné osoby a následně je k ní vyplněn dotazník *Přezkoumání požadavků zákazníka a produktu* [12 s. 22] vycházející z normy ISO 9001:2008. Uživatelé mohou k položce zapisovat své poznámky. Databázové uložení ukazuje obrázek 11.



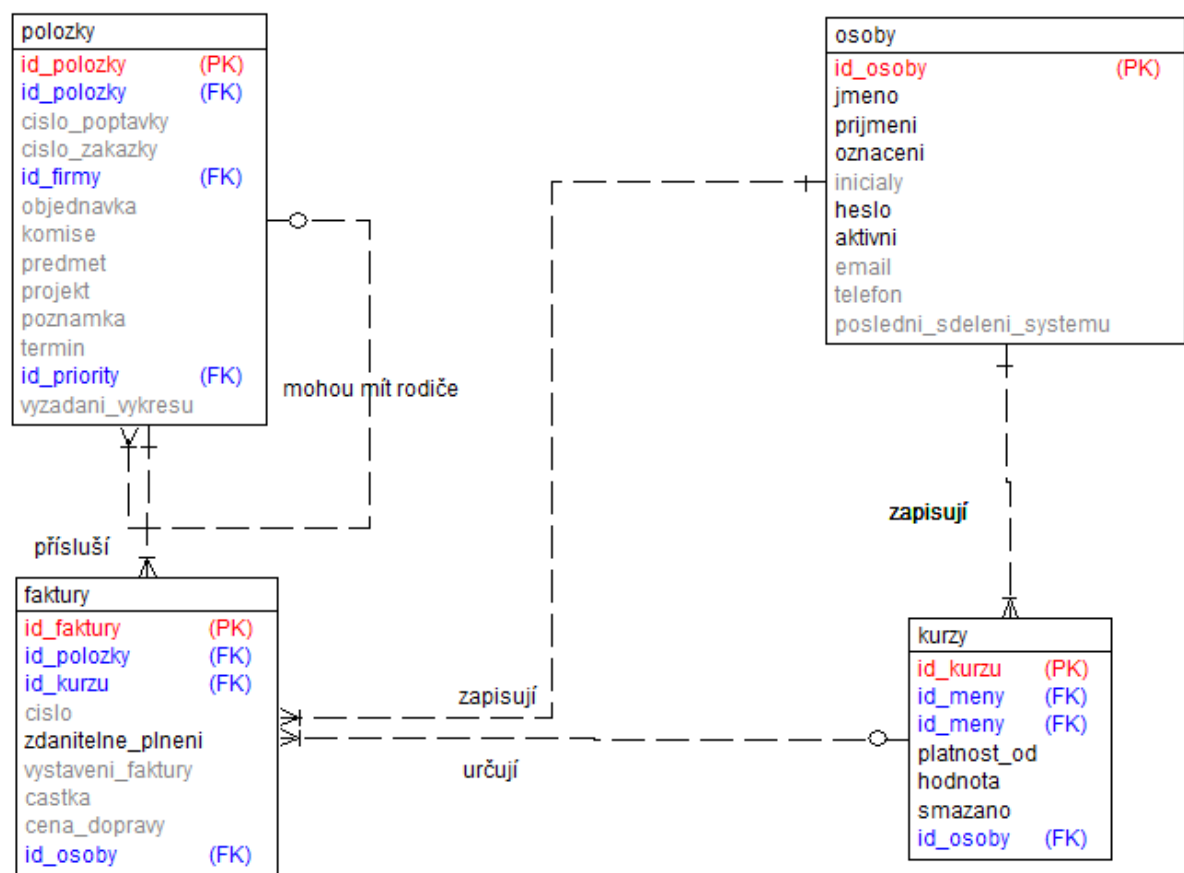
Obrázek 11: Informace o položce

Pro rozumné filtrování položek, které odpovídá realitě, může každá položka nabývat různých stavů. Například může být aktivní, stornovaná, fakturovaná nebo ukončená. Pro uchování historie přechodů mezi stavy je použita vazba M:N, viz obrázek 12. Tato implementace je rozšířena o informaci, zda byla položka zakázkou nebo poptávkou.

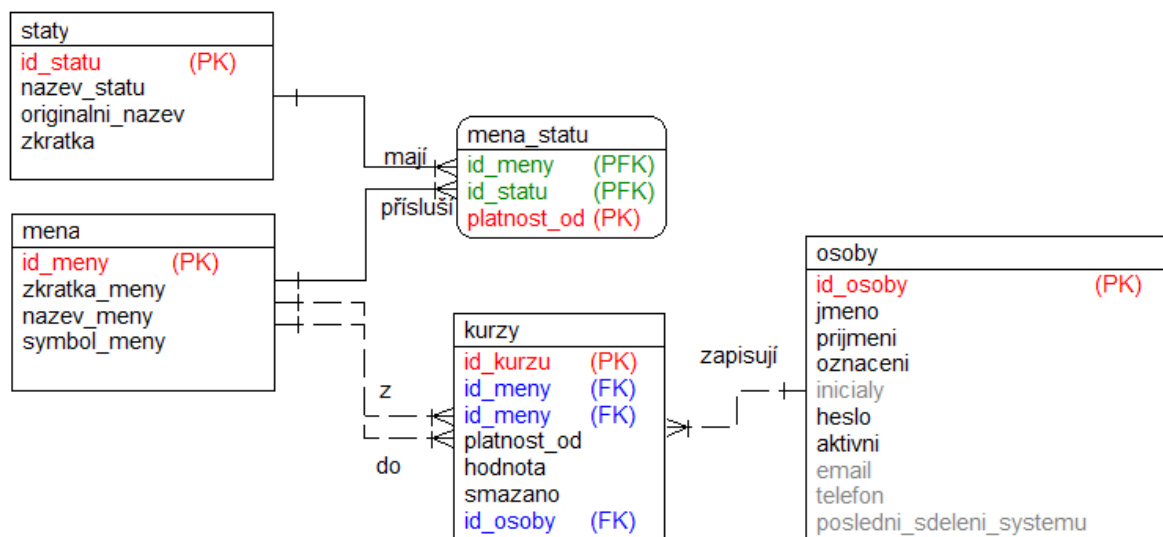


Obrázek 12: Stavy položek

Schéma položek doplňuje informace, kdy a v jakém kurzu byla položka fakturována zákazníkovi. Rovněž tato informace souvisí s materiálovým tokem. Dovolí nám sledovat, po jak dlouhé době jsou náklady vynaložené na zakázku zaplacené zákazníkem. Díky tomu lze optimalizovat dobu nákupu materiálu a objednání kooperace, aby vzniklé náklady nebyly příliš dlouho nezaplacené. Databázové uložení zachycují obrázky 13 a 14.

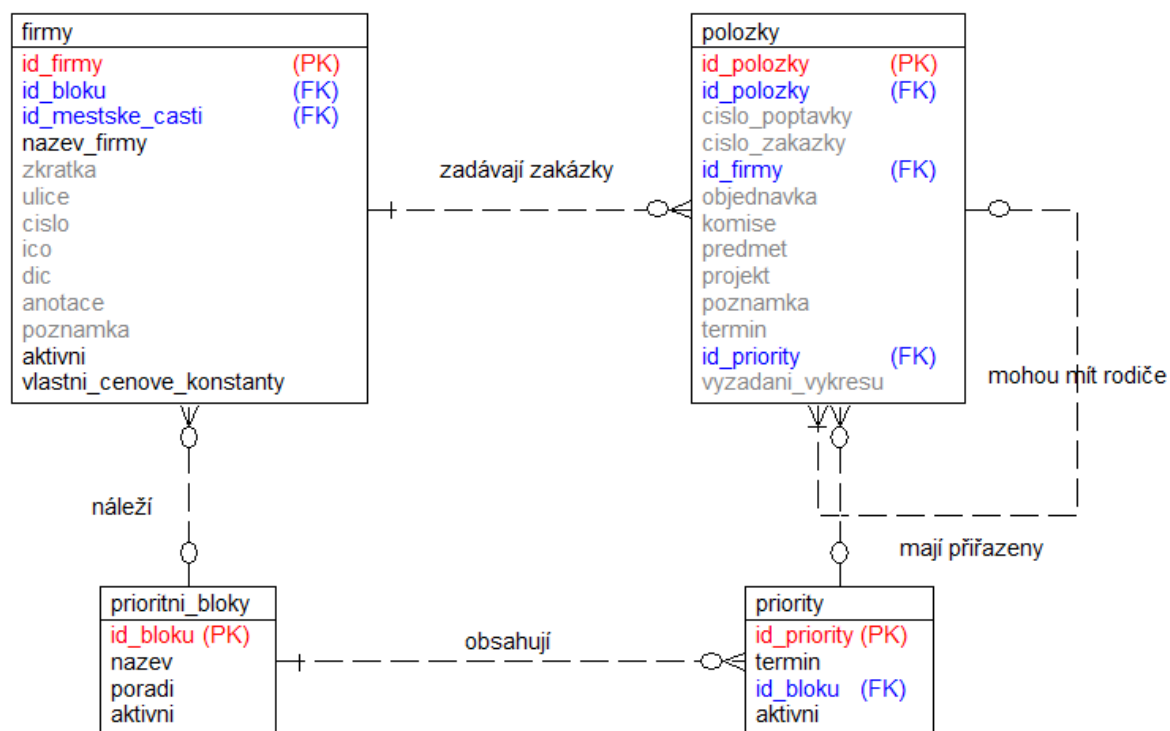


Obrázek 13: Fakturace zakázek



Obrázek 14: Princip funkce cizích měn

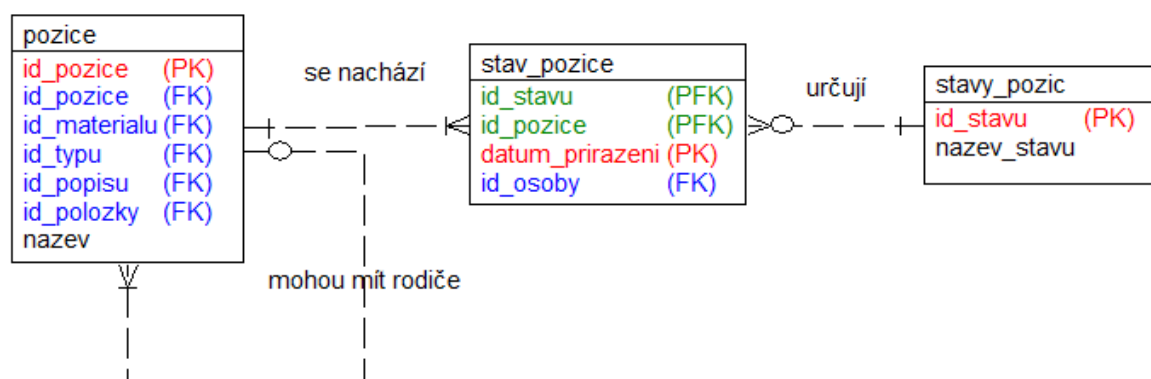
Zmiňované správné objednání materiálu a kooperace se určuje nejen na základě termínu zakázky, ale také na základě její priority. Jde o údaj, který je v případě shodného termínu a plného vytížení kapacit vždy konzultován se zákazníkem. Zakázce je přiřazen prioritní blok tím, že je jí dána konkrétní priorita. Dále je u jednotlivých firem určeno, do kterého prioritního bloku patří. To umožní efektivní výběr správných priorit už při zápisu zakázek. Toto ukazuje obrázek 15.



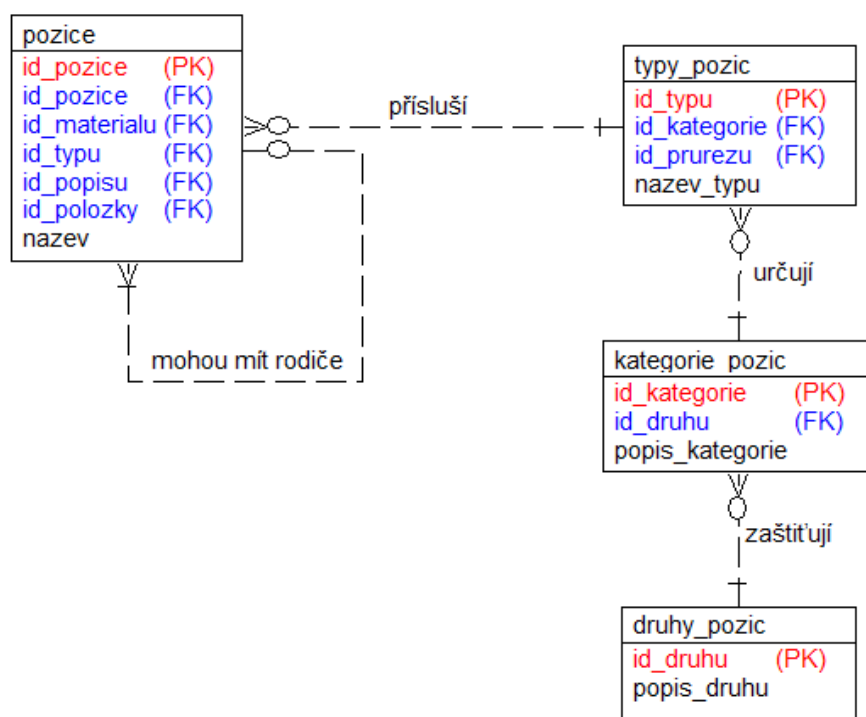
Obrázek 15: Priority zakázek

4.2.2. Pozice

Položky (zakázky a poptávky) sdružují jednotlivé pozice. Podobně jako u položek, je i u pozic řešen jejich stav. Podrobněji je však definováno členění. Druhy pozic jsou v zásadě dva – výrobní a abstraktní (nevýrobní). Výrobní pozice mohou být základními pozicemi nebo svařenci. Nakonec se jednotlivé typy pozic rozdělí do širší skupiny podtypů. Popsanou situaci ukazují obrázky 16 a 17.

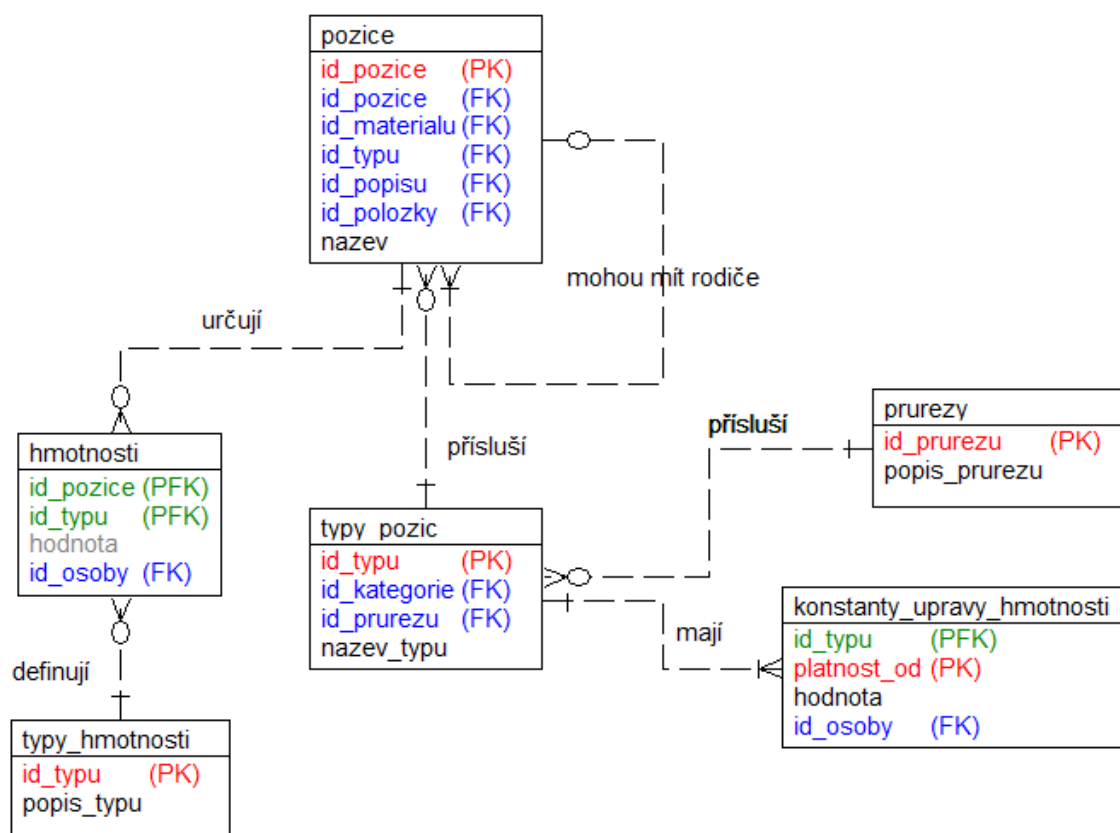


Obrázek 16: Stavy pozic



Obrázek 17: Členění pozic

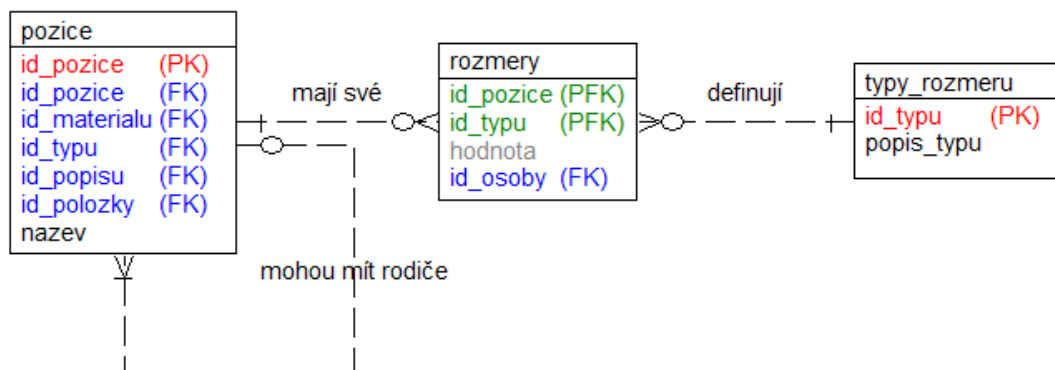
Rozšíříme informaci, kterou vidíme na obrázku 17. Pro materiálový tok je velmi podstatné, jakou hmotnost má daná pozice. Znalost této informace dokáže ušetřit finanční prostředky při výběru autodopravy. Hmotnost pozice jednak závisí na jejím typu, pokud se však výrazněji odlišuje od vybraného typu, musí její hmotnost určit technolog. Databázové uložení reflektuje skutečnost – hmotnost pozice před opracováním je jiná než hmotnost po opracování, což se však kvůli charakteru výroby nedá vystihnout jinak, než určením obou hmotností. Uložení této informace ukazuje obrázek 18. Obdobně komplikovaná situace je s rozměry pozice, viz obrázek 19.



Obrázek 18: Hmotnost pozice

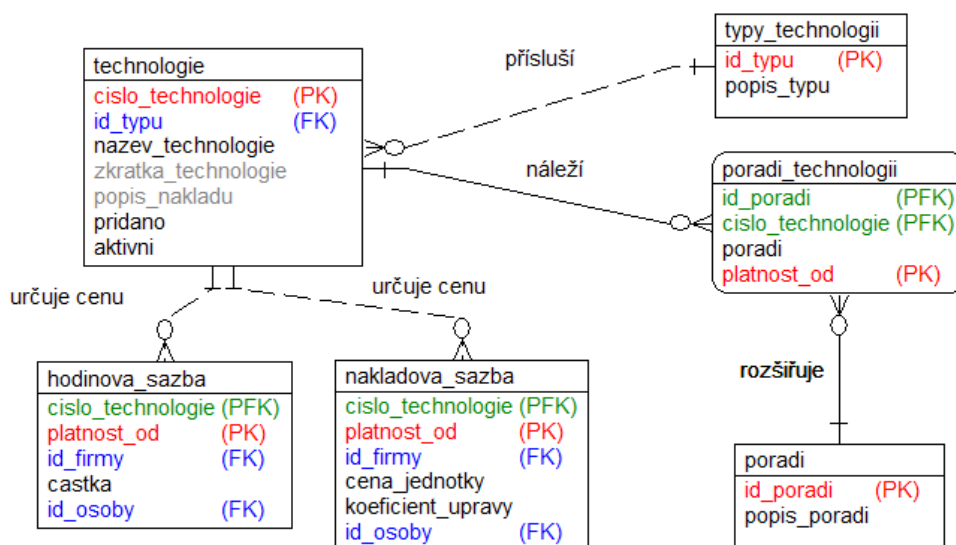
Velmi náročnou operací je logistické plánování kapacit výroby. Každý díl prochází několika operacemi zpravidla na různých pracovištích. Některé operace jsou kooperovány u jiných subjektů. V mnoha případech není předem jasné, který díl se bude výrobně kooperovat a který bude vyráběn ve Formcadu. Pro operativní rozhodování je potřeba každý díl technologicky znormovat, viz formulář zápisu pozice, obrázek 6. Toto je

v databázi zachyceno pomocí několika relací, což znázorňuje obrázek 21. Rozklad funkcionality technologií ukazuje obrázek 20. Specifickou kapitolou je kalkulování ceny výpalků a obecně materiálu, pro ilustraci ji dokládá obrázek 22.



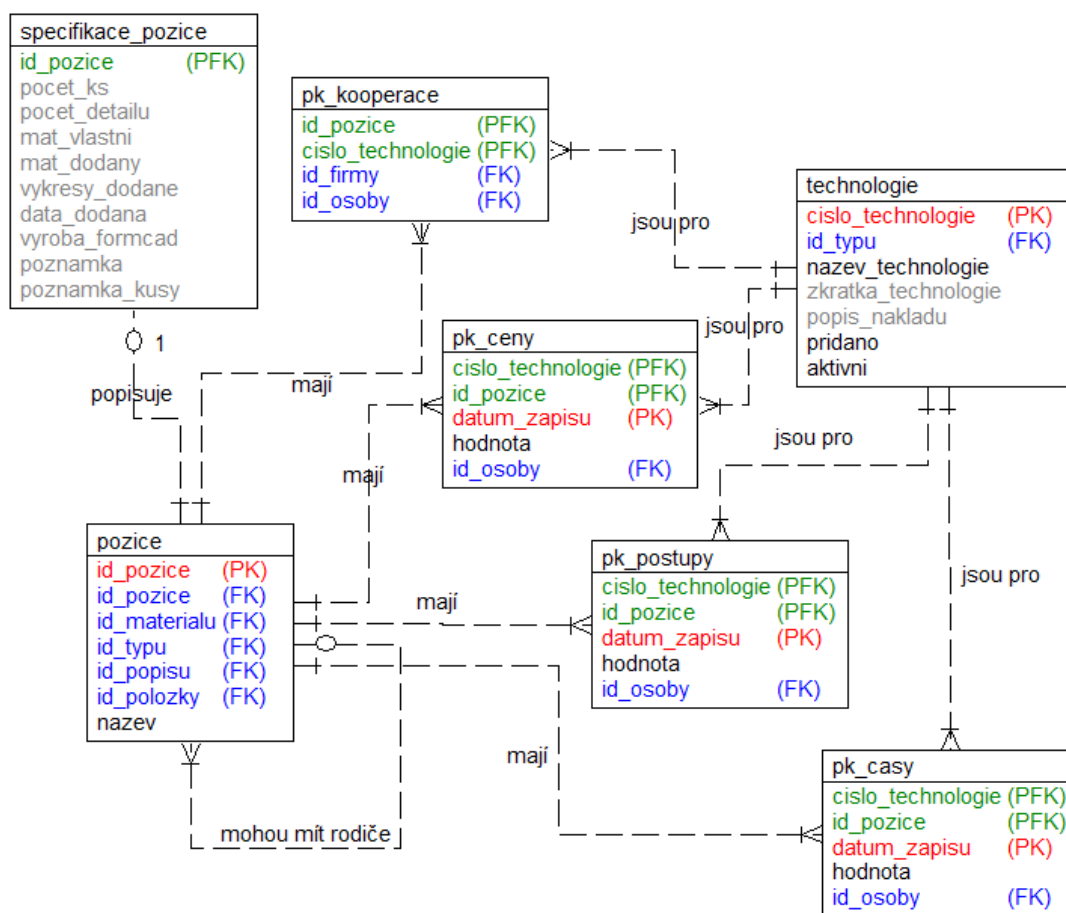
Obrázek 19: Rozměry pozic

Při výrobě se mohou vyskytnout stavy, kdy je pozice vyráběna příliš dlouho, než bylo stanovené technologické optimum. Pokud se na takový rozpor kontrolou přijde, je zapsán do databáze, aby byl řešen. To znázorňuje obrázek 23.

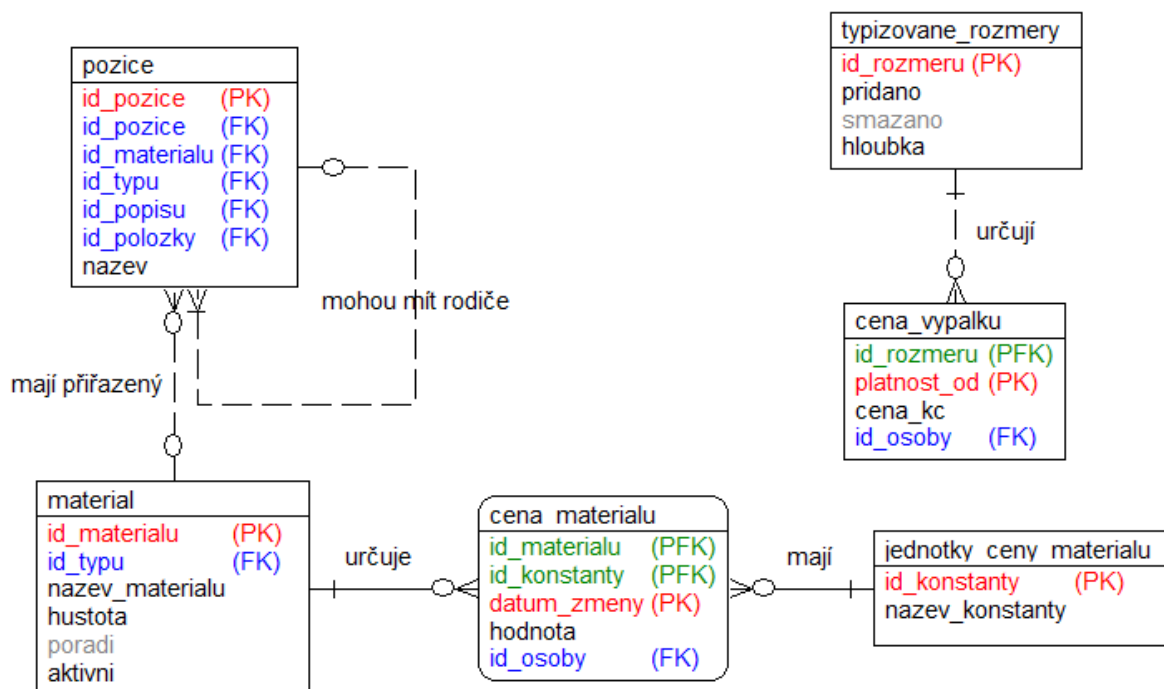


Obrázek 20: Technologie

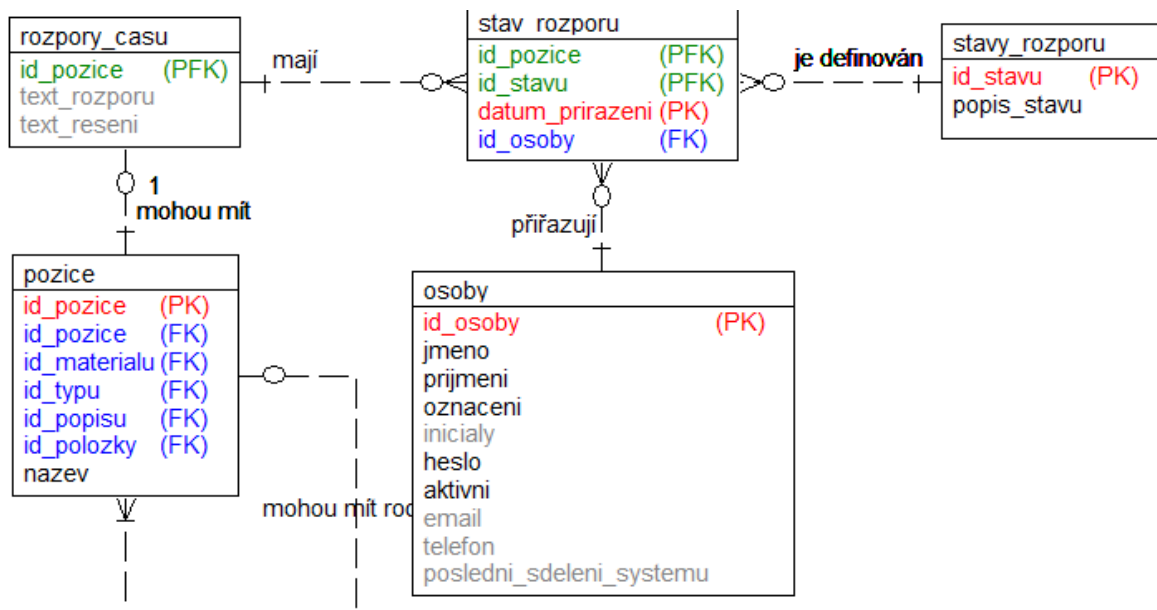
Pokud se ukáže, že při výrobě pozice vznikla neshoda, je potřeba v návaznosti na příručku kvality Formcad s.r.o. takovou informaci správně zaznamenat. Na obrázku 24 vidíme, že tato část databáze by zasloužila projít refaktoringem, což však není náplní této práce.



Obrázek 21: Předkalkulace časů a technologií

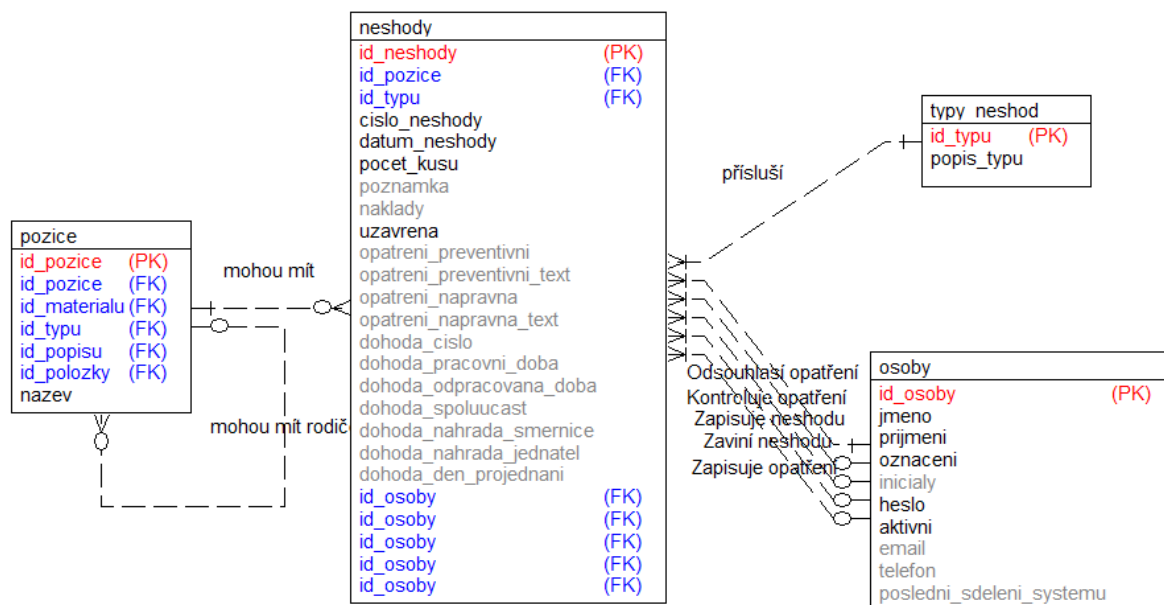


Obrázek 22: Předkalkulace ceny materiálu a výpalků



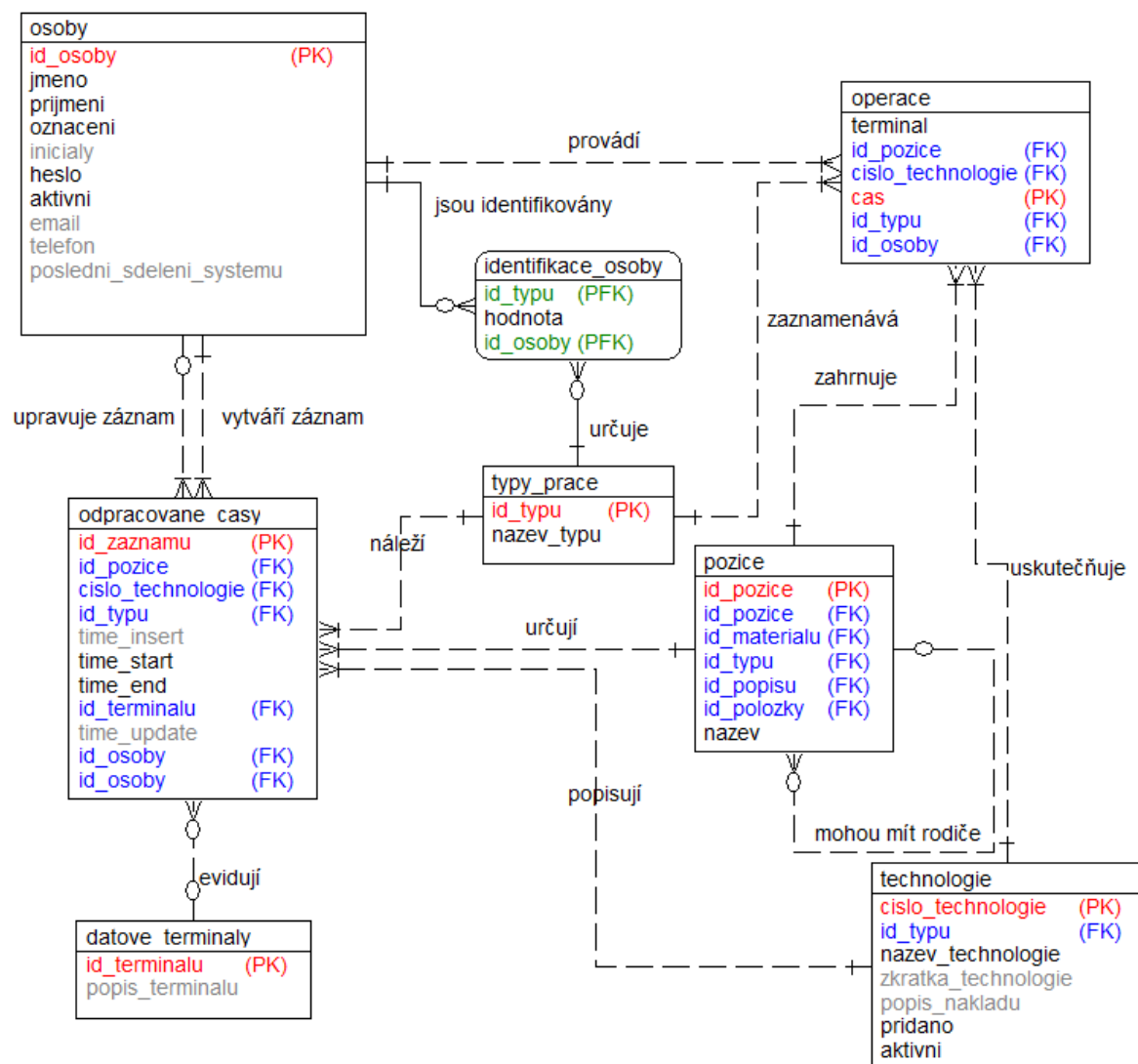
Obrázek 23: Časové rozporu při výrobě

Srdcem databáze informačního systému je uložení informací o časech výroby pozic. Tato informace se promění ve znalost ceny výroby. Na základě této znalosti je možné zavést zpětnou vazbu pro optimalizaci pohybu materiálu v průběhu výroby, a tím lze příště dosáhnout levnější výroby. Uložení této informace ukazuje obrázek 25.

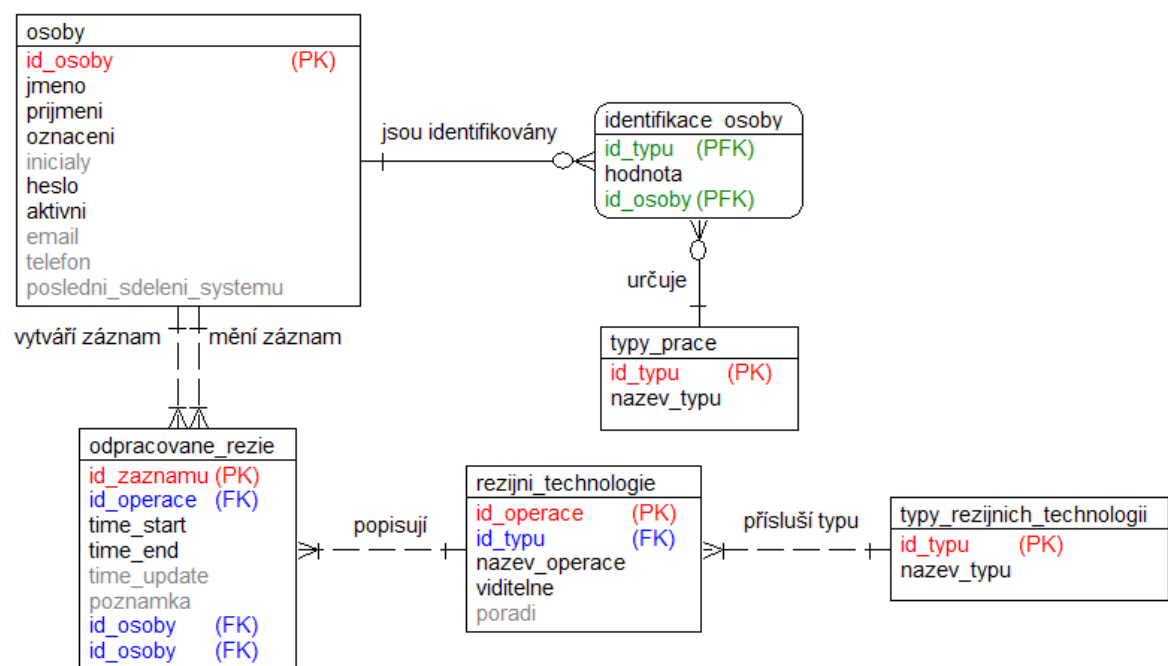


Obrázek 24: Neshody pozic

Nepřímou souvislost s výrobními časy mají i režijní časy zaměstnanců, viz obrázek 26. V těchto časech je uložena například informace o všeobecné manipulaci s materiálem, nástroji nebo přizpůsobení stroje pro změnu výrobního postupu.



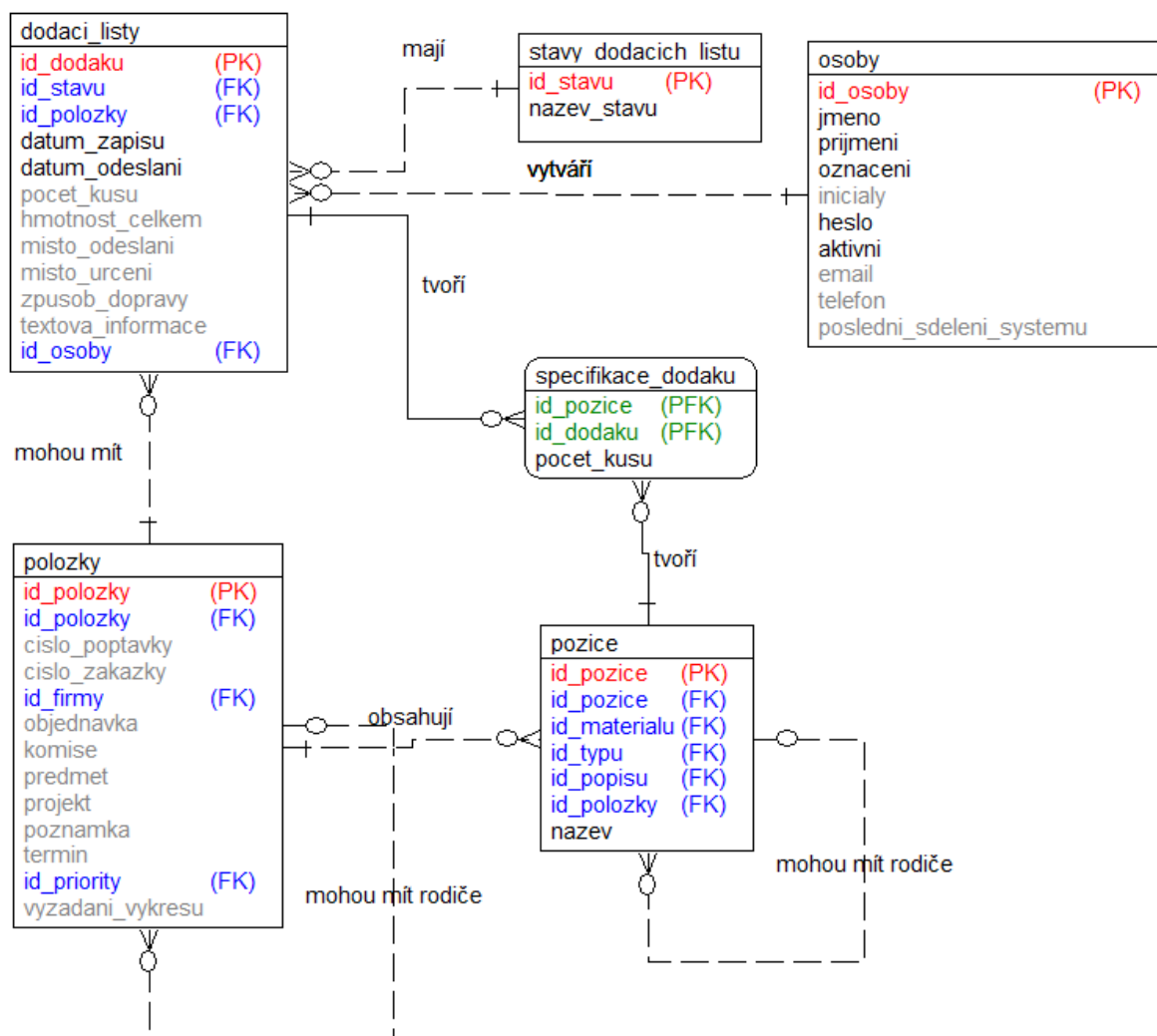
Obrázek 25: Výroba dílů



Obrázek 26: Režijní časy

4.2.3. Provázání položek a pozic

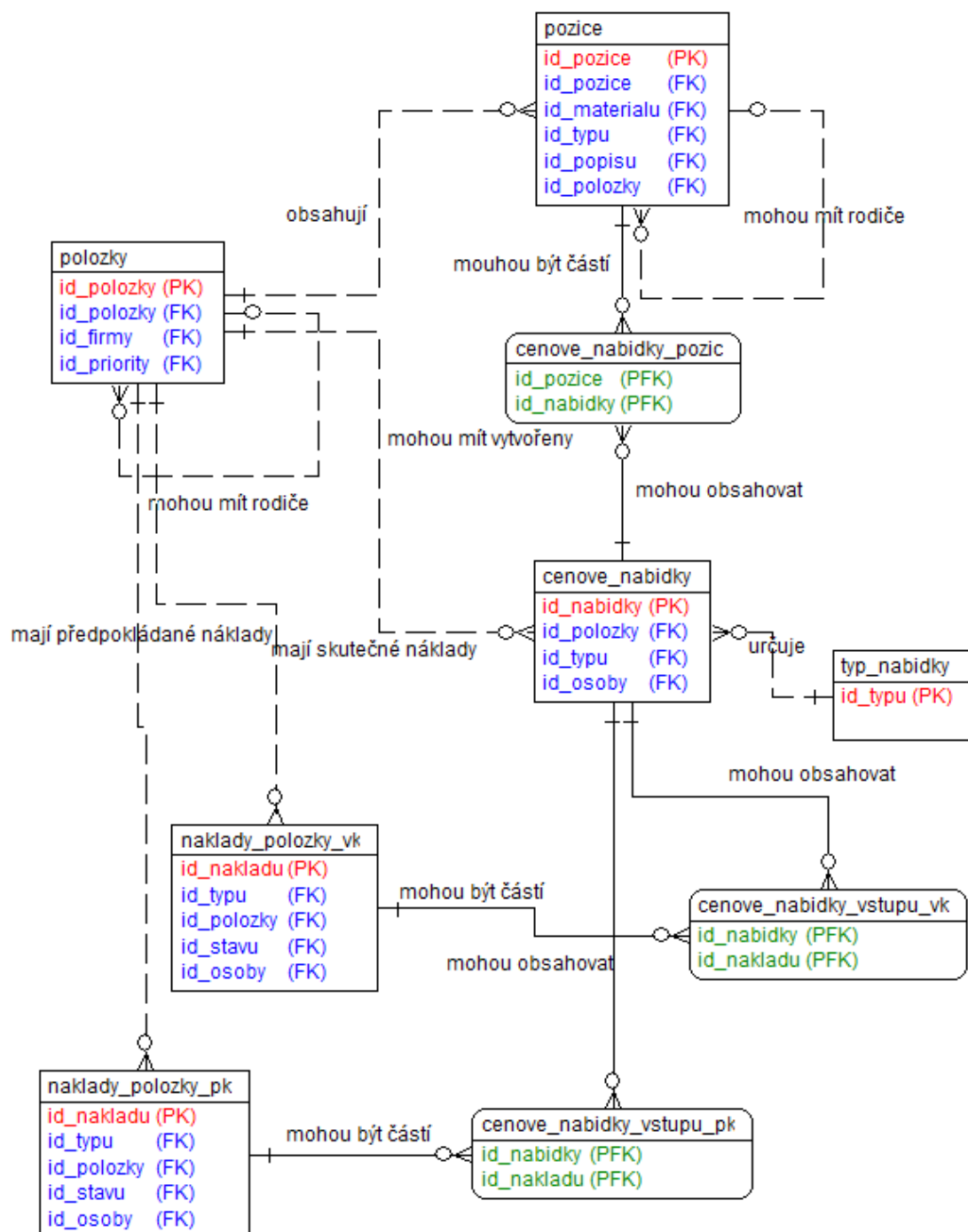
Samozřejmostí je interakce položek a jejich pozic. Toho lze využít například pro tvorbu dodacích listů, kde není nutné specifikovat pouze odesílané pozice, ale je možné vytvořit prakticky libovolný text (obrázek 27).



Obrázek 27: Dodací listy

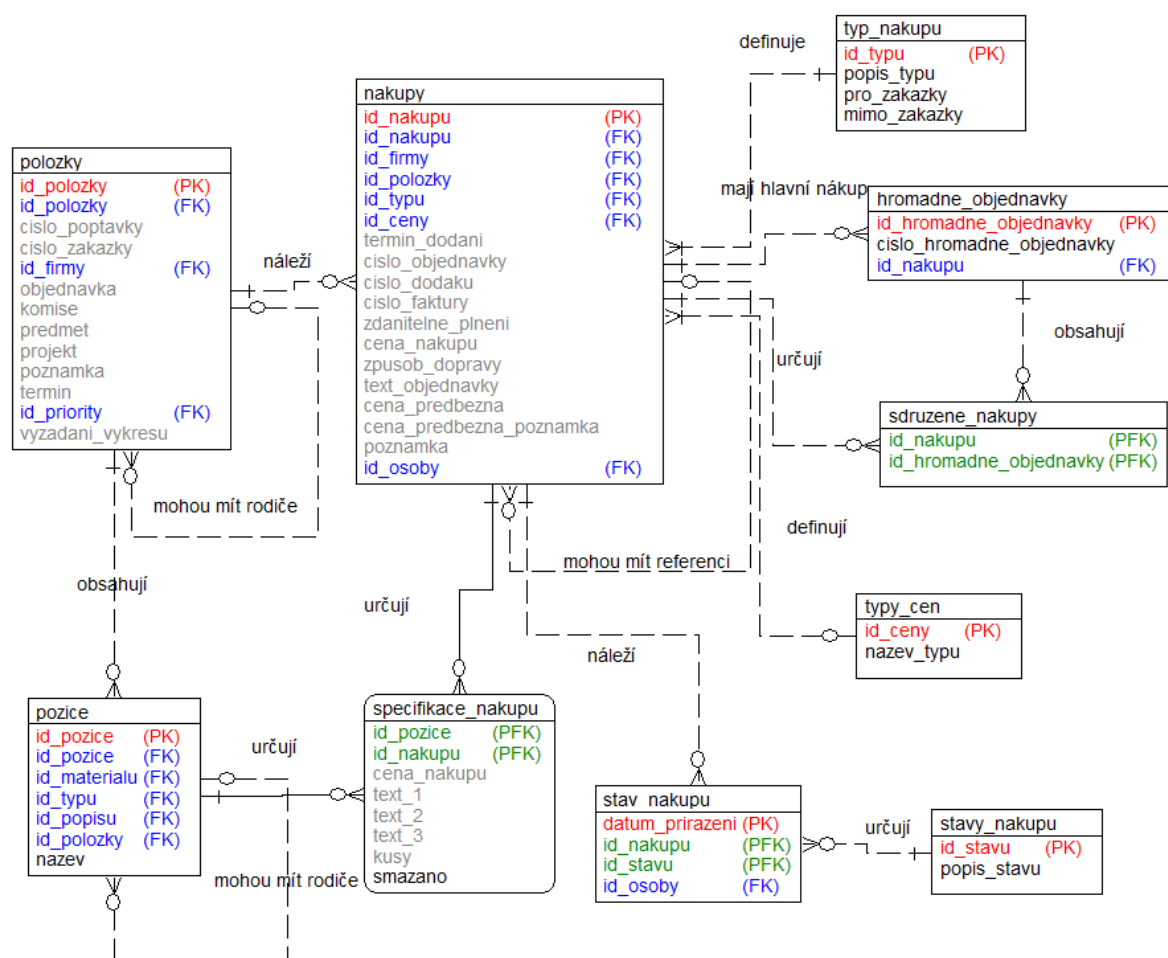
Obdobná situace existuje pro cenové nabídky, které lze vytvořit pro pozici na základě ceny předkalkulace nebo skutečné výrobní ceny. Taková nabídka je zapsaná pro každou pozici do relace `cenove_nabidky_pozic`. Pokud je položce přiřazen i náklad mimo pozici, jde pro něj udělat cenová nabídka na základě toho, zda jde o skutečný náklad nebo

předkalkulovaný náklad. Podle toho se určí, v jaké tabulce bude zapsaný. Protože jde o rozsáhlejší schéma, obrázek 28 zobrazuje pouze primární a cizí klíče relací.



Obrázek 28: Cenové nabídky

Poslední oblastí, kde dochází k interakci položek a pozic, je tvorba objednávek. Tato část databáze současného IS je ukázkou struktury, která vyžaduje jistou optimalizaci, viz obrázek 29.



Obrázek 29: Objednávky

4.3. Pohyby materiálu

V kapitole 4.1. byly všeobecně popsány principy toku informací ve společnosti Formcad s.r.o. Databázová struktura popsaná v kapitole 4.2. přesně určuje, jaké informace jsou k dispozici. Nyní budeme v krátkosti analyzovat, co se děje ve skutečném toku materiálu a jak to ovlivňuje data dostupná v databázi současného IS.

4.3.1. Získání materiálu

Pod pojmem získání materiálu se rozumí nákup nebo dovoz materiálu od zákazníka. Dostupné jsou informace o tom, jaký je potřebný typ materiálu a jaké jsou jeho rozměry. Dovezený materiál je fyzicky zkontrolován a popsán, následně uložen ve skladu materiálu, což je vzhledem k charakteru výroby většinou vymezený prostor na dvoře v areálu firmy. Pouze na papír je proveden záznam, kde se materiál nachází.

4.3.2. Kooperace

Při odvážení materiálu do kooperace je vystavena objednávka, která specifikuje pozice, které se budou kooperovat. Odvezení a přivezení pozic je domluveno s ohledem na zapsaný termín objednávky. Přejímka pozic z kooperace je další fází kontroly, ovšem informace o provedené kontrole zůstává na papíře.

4.4. Informační systém

Informační systém je tvořen přímo ve společnosti Formcad podle potřeb firmy. Zpočátku tvorba IS postrádala jasnou koncepci, protože zadáním bylo vyvinout systém pro sledování výroby dílů.

Cílem bylo vyvinout aplikaci, která k uložení všech dat o výrobě používá jedinou databázi ve třetí normální formě. Zároveň mělo jít o aplikaci přístupnou různým skupinám uživatelů s odlišnými typy oprávnění. Lidé ve výrobě měli mít přehled o svých výrobních časech, komplexní data byla zobrazována pouze managementu firmy. Dále nesměla chybět možnost přístupu z libovolného počítače v místní síti i mimo ni.

Pro takto definované cíle byl zvolen programovací jazyk PHP [22 s. 29], který poskytuje dostatečné množství funkcionality a zároveň je v něm možný rychlý vývoj jednoduché aplikace [22 s. 131 - 163]. Další rozvoj aplikace se v této podobě nepředpokládal.

Postupem času však bylo rozhodnuto o doplnění cílů aplikace. Kromě sledování výroby se začala evidovat expedice dílů a také neshody vzniklé při výrobě. Následovala tvorba cenových nabídek a objednávek pro výrobu i mimo ni. Protože díly jsou sdružené v zakázkách, vznikla potřeba evidovat náklady přímo na zakázky, mimo díly. Díky množství relevantních dat z jednotlivých zakázek se začaly tvořit i přehledy používané pro řízení firmy. Jde například o harmonogram výroby, statistiku rozpracovanosti napříč všemi zakázkami nebo přehledy fakturace.

Zároveň se ukázal ještě jeden možný směr rozvoje. Díky datům o výrobě dílů existuje přehled o činnosti každého pracovníka. Bylo rozhodnuto, že do informačního systému bude začleněna docházka zaměstnanců. Na základě provedených analýz bylo zjištěno, že stávající software evidující docházku zaměstnanců nelze v rozumné cenové relaci rozšířit tak, aby splňoval požadavky potřebné pro integraci s informačním systémem.

Hlavním problémem se v této souvislosti ukázalo propojení rozdílných databází. Technicky vzato jde o řešitelnou situaci, avšak překážkou je architektura databáze docházkového systému. Tato databáze totiž nesplňuje třetí normální formu a v jistých situacích obsahuje redundantní data. Navíc pokud dojde ke změně takových dat uživatelem docházkového softwaru, dojde k nekonzistenci dat a pouze docházkový software dokáže určit, která data jsou platná. Z hlediska využití dat v jiné aplikaci se jedná o nepřekonatelnou překážku.

Bylo tedy rozhodnuto vytvořit docházkový systém, který využije databázi současného informačního systému. Aby bylo možno IS dále rozvíjet jako celek, programovací jazyk PHP zůstane zachovaný. Zároveň však bude použit framework [18 s. 23], který vývoj aplikace standardizuje, dovolí rozčlenit aplikaci do jednotlivých částí a poskytne vyšší komfort při správě a údržbě zdrojového kódu.

4.5. Probíhající vývoj IS

Vývoj současného IS probíhající v programovacím jazyku PHP se ukázal jako neudržitelný a pro pokračování vývoje bylo rozhodnuto o použití frameworku. Po frameworku bylo požadováno, aby měl jasnou a přehlednou strukturu, implementoval návrhový vzor Model-View-Controller [18 s. 397] a také aby vývoj samotného frameworku měl daná jasná pravidla. Přihlíželo se rovněž i k množství literatury dostupné o frameworku a jeho cenové dostupnosti.

Z analýzy vzešel vítězně Zend Framework, který splňuje všechny požadované body. Struktura vytvářené aplikace je přehledná a zároveň rozšiřitelná o jednotlivé moduly [18 s. 299]. Návrhový vzor Model-View-Controller je základním stavebním kamenem celé aplikace. Vývoj frameworku zajišťuje společnost Zend, která stojí i za programovacím jazykem PHP [22 s. 29]. Celý projekt je dostatečně zdokumentovaný v on-line podobě pro každou z verzí frameworku. Zároveň existuje několik knižních publikací, například od Vikrama Vaswaniho [17] nebo Mariana Böhmera [18].

Vyvíjená aplikace eFCIS je modulární, kromě default modulu je prvním aplikačním modulem docházka. Řešení optimalizovaného řízení materiálového toku, které je cílem této práce, bude částí dalšího z modulů eFCIS (viz kapitola 6).

I v současném vývoji však musí zůstat zachovaná konzistence pravidel používaných od počátku vývoje současného IS. Tato pravidla budou v následujících kapitolách podrobněji rozebrána.

Jedním z určujících ukazatelů aplikace je její bezpečnost. Při správném použití Zend Frameworku lze vytvořit logiku, která efektivně zajišťuje vysokou míru bezpečnosti aplikace. Současný IS má trhliny hlavně po stránce autorizace a autentizace uživatelů. Protože literatura z oblasti Zend Frameworku k této oblasti přistupuje pouze na základní úrovni, je vhodné se do problematiky více ponořit a popsat řešení implementované v eFCIS.

4.5.1. Uživatelské role

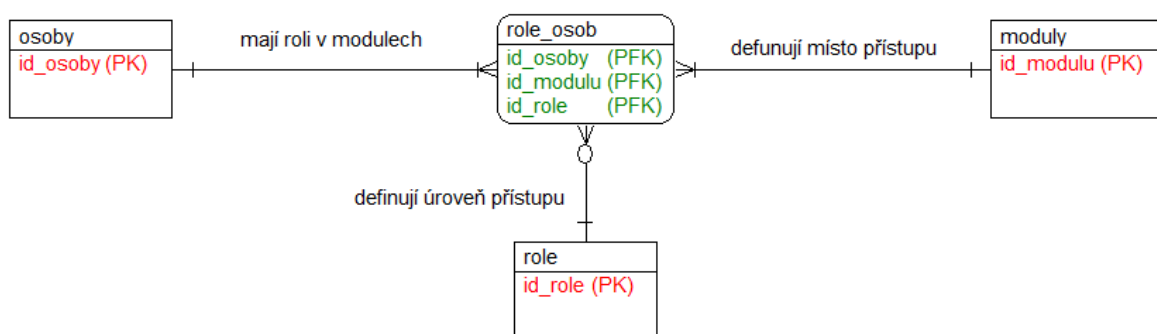
Různé skupiny uživatelů eFCIS mají odlišnou úroveň oprávnění. To platí pro každý z modulů. Například člověk, který je administrátorem docházkového modulu může mít při správě materiálového toku naprosto odlišná oprávnění. Napříč celým systémem, pro každý z modulů, však musí existovat stejné uživatelské role.

Navrhované uživatelské role vychází z reality ve firmě – nepřihlášené uživatele nemůžeme zanedbat, výrobní pracovníci potřebují mít pouze určité informace, uživatelé modulu eFCIS potřebují mít téměř kompletní škálu možností a administrátorem modulu je pouze prověřená a kontrolovaná osoba.

Tabulka 1: Role uživatelů eFCIS

Role	Popis role
guest	Host v systému, zpravidla nepřihlášený uživatel
employee	Přihlášený zaměstnanec se základním oprávněním
user	Přihlášený zaměstnanec se standardním oprávněním
admin	Přihlášený zaměstnanec s nejvyšším oprávněním

Takto definované role je vhodné uložit v databázi. Následně každému uživateli přiřadíme pro každý z modulů určitou roli, čímž vznikne základní kámen správy uživatelů v eFCIS (obrázek 30).



Obrázek 30: Uživatelské role v jednotlivých modulech

4.5.2. Uživatelská oprávnění

Spolu s definovanými uživatelskými rolemi je nutné nastavit uživatelská oprávnění. Pro správu přístupových seznamů je při implementaci prostřednictvím Zend Frameworku využita komponenta `Zend_Acl`. Její použití je všeobecně popsáno [18 s. 161 - 164], budu se tedy věnovat specifikům v eFCIS.

Přístupový seznam se anglicky označuje *Access Controll List*, zkráceně ACL. Je ho rovněž možné uložit v databázi, ale eFCIS této možnosti nevyužívá. Přístupové seznamy kopírují strukturu samotné aplikace a pro každý modul existuje jeden soubor typu *ini* nazvaný stejně, jako je název příslušného modulu. Všechny jsou uloženy v adresáři `application/configs/acl`.

Tvorba ACL pomocí *ini* souboru v principu dodržuje logiku, kterou nastínil M. Böhmer [18 s. 334]. Každý ze souborů má tři části. V první se definují role, které jsou shodné s těmi v databázi. Druhá část obsahuje definici zdrojů, v případě eFCIS podle jmenné konvence `module:controller`. Třetí část nastavuje pravidla pro kombinaci rolí, zdrojů a oprávnění.

Následuje příklad souboru `default.ini`. Jedná se o zjednodušený výpis, který není v produkční verzi eFCIS. Rezervy má totiž v části pravidel, která jsou nastavena velmi benevolentně, viz komentář přímo ve zdrojovém kódu.

[roles]

```
; jednotlivé role své pravomoci dědí
guest = null
employee = guest
user = employee
admin = user
```

[resources]

```
1 = default:index
2 = default:error
```

```
3 = default:auth
```

[rules]

```
; guest v základu nesmí nic
deny.guest.default:index = all
deny.guest.default:error = all
deny.guest.default:auth = all

; guest se smí pouze přihlásit
allow.guest.default:auth.1 = index

; employee vidí vše
allow.employee.default:index = all
allow.employee.default:error = all
allow.employee.default:auth = all
```

Jak již bylo uvedeno v úvodu této kapitoly, literatura se nezabývá různou úrovní oprávnění jednoho uživatele ve více modulech, eFCIS toto však vyžaduje, a proto byla vyvinuta metoda, jak ověření pro jednotlivé moduly dosáhnout.

Jak již ukazuje obrázek 30, uživatelské role v modulech jsou uloženy v tabulce `role_osob`. Pro potřeby autorizace a autentizace v eFCIS však musí být data o uživateli v jednom řádku. Nad tabulkami `osoby`, `role_osob`, `moduly` a `role` je vytvořen pohled, který poskytne obdobnou informaci, jakou zachycuje tabulka 2. Poslední tři sloupce jsou pojmenovány stejně jako moduly a ukazují, jakou roli má uživatel v daném modulu.

Tabulka 2: Příklad DB pohledu pro autentizaci a autorizaci

ID uživatele id_osoby	Jméno jmeno	Příjmení prijmeni	Heslo heslo	Označení oznaceni	Role – modul 1 default	Role – modul 2 dochazka	Role – modul 3 uzivatele
1	Marek	Bilčák	...	m.bilcak	user	admin	user
2	Jan	Novák	...	j.novak	employee	employee	emoployee

EFCIS používá databázi PostgreSQL 9.1, pro vytvoření sloupců `default`, `dochazka` a `uzivatele` pohledu je využito rozšíření *tablefunc* a jeho funkce *crosstab*. Jedná

se o obdobu klauzule PIVOT známé například z MS SQL Server [23 s. 459] nebo klauzule MODEL systému Oracle [23 s. 462]. Následuje SQL dotaz vytvářející takový pohled pro tři moduly.

```
SELECT
    osoby.id_osoby,
    osoby.jmeno,
    osoby.prijmeni,
    osoby.heslo,
    osoby.oznaceni,
    crosstab."default",
    crosstab."dochazka",
    crosstab."uzivatele"
FROM crosstab ( '
    SELECT
        osoby.id_osoby,
        moduly.nazev,
        role.nazev
    FROM moduly,
        osoby,
        role,
        role_osob
    WHERE moduly.id_modulu = role_osob.id_modulu AND
        osoby.id_osoby = role_osob.id_osoby AND
        role.id_role = role_osob.id_role
    ORDER BY     osoby.id_osoby,
                moduly.id_modulu;
' ) as (
    "id_osoby" integer,
    "default" character varying,
    "dochazka" character varying,
    "uzivatele" character varying
)
JOIN osoby USING (id_osoby);
```

Konkrétní SQL implementace má slabinu – s přidáním modulu do eFCIS bude nutné pohled rozšířit o název nového modulu, aby se načel jako další sloupec výsledku dotazu.

Odstranění tohoto nedostatku je naplánované v dalším vývoji eFCIS. Při integraci s ORM Frameworkem Doctrine 2 (viz kapitola 4.5.4.) dojde k načtení jednotlivých rolí do jednoho objektu, ze kterého není problém tyto informace získat.

Pro ověření autentizace uživatele je použita komponenta `Zend_Auth`. Toto použití je však provedeno podle Böhmerem popsaných postupů [18 s. 335], které jsou jenom lehce modifikovány a tvoří součást této práce. Podstatné je, že autentizace uživatele proběhne vždy před autorizací.

Hodnoty autorizačních proměnných jsou po autentizaci uživatele uloženy v session [18 s. 159], odkud se získávají pro potřeby autorizace opět prostřednictvím komponenty `Zend_Auth`.

4.5.3. Oprávnění v praxi

V předešlé kapitole je zmíněna komponenta `Zend_Acl`, která na základě přístupového seznamu rozhodne o tom, zda uživatel má na prováděnou akci oprávnění. Tuto komponentu eFCIS používá jako controller plugin.

Ve vlastním `Fc_Controller_Plugin_Acl` je přepsaná metoda `preDispatch` (řádek 11). Kontrola přístupového seznamu tedy proběhne vždy před spuštěním dispečera. Po úspěšném ověření autentizace uživatele na základě komponenty `Zend_Auth` (řádek 19) je přistoupeno k vytvoření instance třídy `Fc_Acl` pro daný modul. Uživatelova role je následně zjištěna opět jen pro daný modul (řádek 23). Dále se postupuje standardně a na základě výsledku metody `isAllowed` je uživateli buď akce povolena, nebo je přesměrován na `IndexController`, `forbiddenAction`. Následuje samotný výpis třídy `Fc_Controller_Plugin_Acl`.

Třída `Fc_Acl` rozšiřuje `Zend_Acl` přesně podle Böhmerova popisu [18 s. 334]. Pro úplnost je uvedena alespoň jako příloha 1.

```

1  class Fc_Controller_Plugin_Acl extends
2
3                                     Zend_Controller_Plugin_Abstract {
4
5      /**
6       * Před spuštěním dispečera se ověří, zda má na danou stránku
7       * uživatel přístup
8       *
9       * @param Zend_Controller_Request_Abstract $request
10      * @return void
11      */
12      public function preDispatch (Zend_Controller_Request_Abstract
13                                     $request) {
14
15          $module = $request->getModuleName();
16          $controller = $request->getControllerName();
17          $action = $request->getActionName();
18
19          // ACL nás zajímá pouze u přihlášených uživatelů
20          $auth = Zend_Auth::getInstance();
21          if ($auth->hasIdentity()) {
22
23              $acl = Fc_Acl::getInstance($module);
24
25              $role = $auth->getIdentity()->$module;
26              $resource = $module.':'.$controller;
27              $privilege = $action;
28
29              if (!$acl->isAllowed($role, $resource, $privilege)) {
30                  $redirector = Zend_Controller_Action_HelperBroker::
31                      getStaticHelper('Redirector');
32                  $redirector->gotoUrlAndExit('/index/forbidden');
33              }
34          }
35      }
36  }

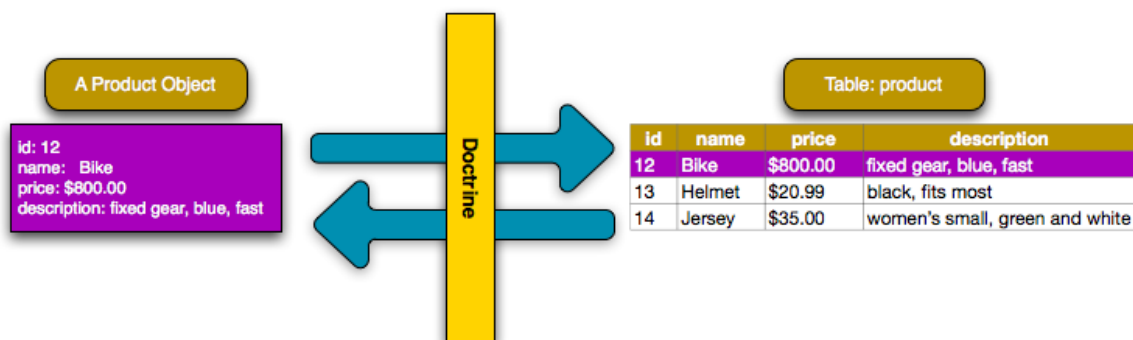
```


4.5.4. Databáze

EFCIS spolu se stávajícím IS používají stejnou databázi, PostgreSQL ve verzi 9.1. Zatímco stávající IS je s databází pevně svázaný, toto omezení by mělo být v eFCIS redukováno.

K databázovým datům tak bude přistupováno prostřednictvím vrstvy, která odstíní konkrétní databázové prostředí od zbytku eFCIS. V rámci Zend Frameworku lze toto provést díky komponentám `Zend_Db_Table` [18 s. 139] a `Zend_Db_Table_Row` [18 s. 139]. Na základě návrhových vzorů `Row Data Gateway` [18 s. 403] a `Table Data Gateway` [18 s. 403] je k databázovým relacím nebo přímo k jejich řádkům přistupováno jako k objektům. Přístup ke konkrétní databázi zajišťuje komponenta `Zend_Db_Adapter` [18 s. 139 - 140]. Vše funguje na principu `Active Record` [17 s. 105].

EFCIS však použije jinou možnost, a to Doctrine 2. Jedná se o Object-Relational-Mapping framework [4, s. 435 - 436] pro jazyk PHP. Doctrine 2 funguje na principu návrhového vzoru `Data Mapper` [17 s. 105]. Z aplikace se přistupuje k `Entity Manageru`, který zprostředkuje veškeré operace frameworku Doctrine 2. Princip ORM Frameworku znázorňuje obrázek 31.



Obrázek 31: Princip funkce frameworku Doctrine 2

Zdroj: <http://http://symfony.com/doc/2.0/book/doctrine.html> ze dne 6. 11. 2011

Díky tomuto řešení bude databázová vrstva odstíněná od aplikace. Dalším kladným efektem při předpokladu správného užití Doctrine 2 je přenositelnost aplikace mezi

databázemi, což může být užitečné v budoucnu. Zároveň lze očekávat přínos v oblasti výkonu aplikace, protože Doctrine 2 používá vyrovnávací paměť hned na několika úrovních.

Na druhé straně jsou samozřejmě nevýhody a různá nebezpečí. Na rozdíl od Zend Frameworku nestojí za Doctrine 2 tým zaštitěný silnou firmou. Budoucí vývoj tak není plně garantovaný. Ani v aktuální verzi 2.1 nejsou odstraněny všechny nedostatky v implementaci. Jsou však podrobně zdokumentovány na webových stránkách projektu Doctrine 2.

5. Vyhledání úzkých míst v materiálovém toku

Kapitola 4.1. popsala tok informací. V kapitole 4.3. byla popsána skutečná situace materiálového toku. Z ní plynou některé zřejmé nedostatky současného stavu. Zároveň je zde několik dalších skrytých problémů.

Hlavním problémem je nesoulad toku informací a toku materiálu. Na některých místech materiálového toku jsou nedokonalé informace, nebo jsou informace těžko dostupné. Občas se můžeme setkat s duplicitními informacemi – jedna verze skutečnosti je v IS, druhá je na papírovém záznamu zakázky. Důsledkem je obtížné řízení materiálového toku, a při něm vznikající chyby.

Pro efektivní řízení jsou nutné znalosti aktuálního stavu rozpracovanosti dílů, místa, kde se nachází, a také termínu další operace s nimi. V důsledku dlouho trvajícího informačního toku se může materiálový tok zpomalit. V důsledku chybějícího centrálního datového úložiště mohou být informace hůře dohledané. A nakonec kvůli chybějící funkci kalendáře v IS jsou velmi špatně sledovatelné jakékoliv zapsané termíny.

Další oblastí, kterou je nutné řešit, je kapacita výroby. Stávající IS sice obsahuje možnost kapacitního plánování, avšak neposkytuje jednoduché nástroje pro reakci na změnu skutečného stavu, jakou je například onemocnění zaměstnance nebo porucha stroje.

5.1. Příprava materiálu

U materiálu dovezeného od zákazníka proběhne vždy kontrola rozměrů, daný díl je fyzicky popsán. Nikde v IS však není proveden záznam, že díl skutečně dorazil a že je připraven pro výrobu. Zákonitě tak chybí informace, kdy byl díl zkontrolován. Pokud byl kontrolou zjištěn nesoulad rozměrů, ani tato informace v současném IS není uvedena.

Pokud materiál zajišťuje Formcad, musí být před objednáním definovány všechny nutné podrobnosti. U každého dílu jde o jiné množství informací, avšak nikde není zaznamenáno, že zapsané informace jsou kompletní. Rovněž v případě, kdy jsou potřeba DXF data pro objednání materiálu, není zaznamenáno, že jsou data již vytvořena.

Informace o skutečném dodání objednaného materiálu existuje pouze na papíře. Žádná automatika nehlídá ani zda byl splněn termín pro dodání materiálu. Přitom tato skutečnost by mohla být podkladem pro hodnocení dodavatelů, které probíhá v návaznosti na ISO 9001:2008.

Může nastat dokonce situace, že objednaný materiál byl dodán pouze částečně, druhá část objednávky teprve dorazí. Taková informace opět existuje pouze na papíře.

5.2. Využití kooperace

Kooperace tvoří ještě složitější kapitolu, než je objednání materiálu. Kooperovat lze výrobu, a to buď kompletní opracování dílů nebo pouze některé výrobní operace. Dále je nutné kooperovat tepelné zpracování materiálu, což nastává až po obrobení dílu. Avšak i na tepelně zpracovaném dílu se provádí další výrobní operace. Proto je potřeba už při zápisu dílu definovat záchytné body (milníky), po jejichž dosažení je možné provést kooperační operaci. Dále je nutné implementovat logiku, která zaznamená dosažení definovaných milníků.

Takovéto záchytné body současný IS vůbec nezná. Stejně tak schází informace, zda je materiál skutečně odvezen do kooperace, zda je přivezen a zda byl zpátky do Formcadu přijat bez závad externího zpracování. Termín dodání a požadovaná kvalita jsou přitom informace, jež by byly dál využity, jak již bylo zmíněno.

Pokud se blíží termín ukončení kooperace, nic neupozorňuje na tuto skutečnost. V důsledku promeškaného termínu přitom vzniknou další komplikace. Na dokončení výroby nebo pouhou kontrolu dodaných kusů bude ve Formcadu méně času, v limitním případě nebudou dodané kusy zkontrolovány vůbec. To značně zvyšuje riziko dodání neshodných kusů zákazníkovi.

5.3. Kontrola a expedice

Kontrola a expedice (viz obrázek 10) v principu funguje správně. Problém je však v předávání informací mezi jednotlivými procesy. Konkrétně jde o to, že výsledek procesu

Ověření dle dokumentace (5.5 na výše zmíněném obrázku) není uložen do IS. Výsledek procesu Ověření dle 3D modelu (5.4) uloží do IS pouze záznam o provedeném měření. Proces Zpracování dat (5.2) tak nemá standardizované informace o měřících procesech. V současné době jsou tyto informace předávány zápisem na kartě výrobního dílu, což je operace náchylná k chybě.

5.4. *Plánování kapacit*

Využití výrobních kapacit je v současné době řízeno pouze podle citu výrobního manažera. Výroba je realizována na základě priorit zakázek tak, aby byla zakázka kompletní před vypršením termínu. Při současné velikosti firmy Formcad je takové řízení prakticky na hranici svých možností. Standardizace plánování kapacit usnadní práci výrobního manažera ve chvíli růstu firmy.

6. Začlenění materiálového toku do informačního systému

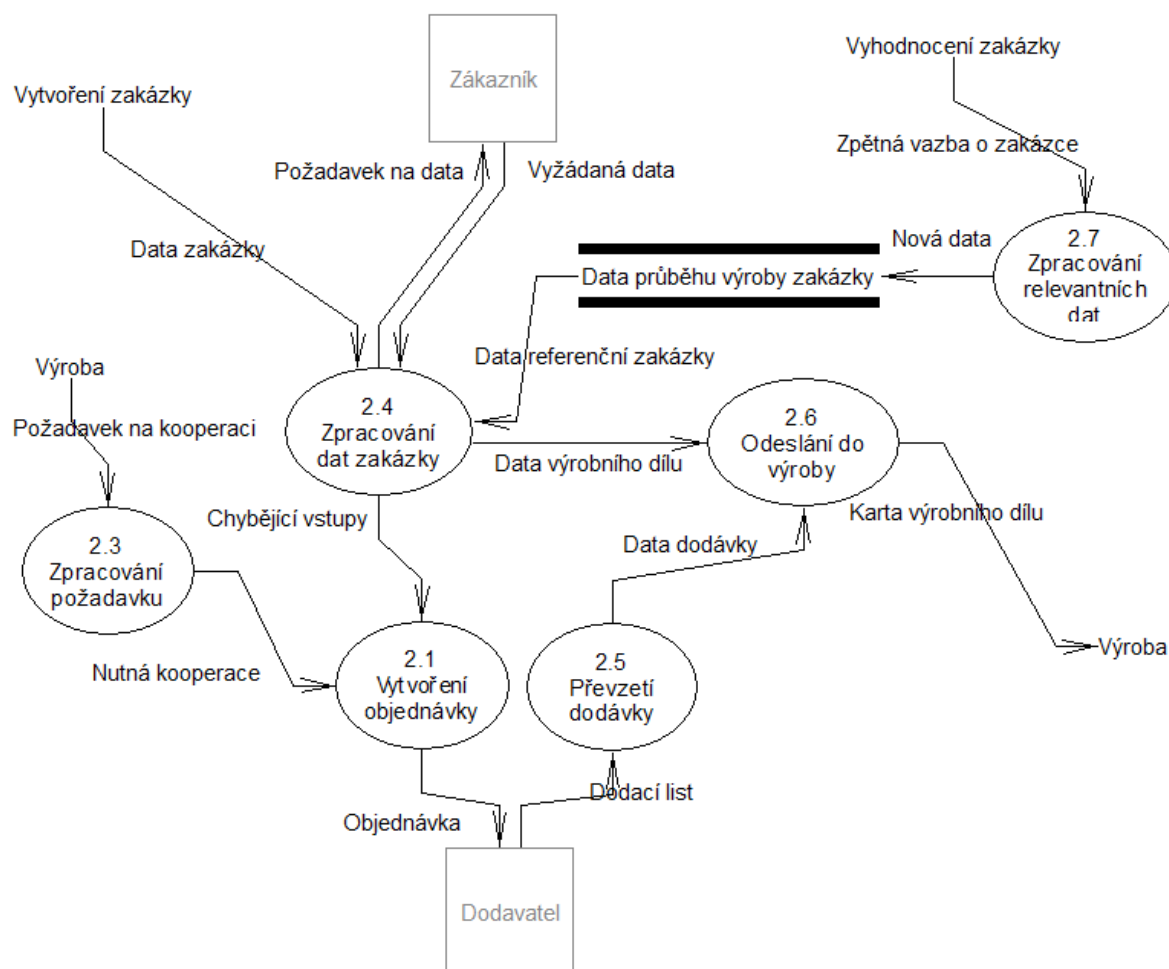
V kapitole 5. jsou popsána místa nesouladu materiálového a informačního toku v současném IS. Tato kapitola navrhne, jak je vhodné vyřešit zmíněné problémy. Modely upraveného datového toku budou popsány pomocí Data Flow Diagramů, které vychází z obrázku 10. Pro konzistenci diplomové práce budou databázové návrhy opět ilustrovány pomocí ER diagramů, které mají jistá omezení, jak už bylo popsáno v úvodu kapitoly 4. Implementace navrženého řešení už zasahuje nad rámec práce, což rovněž vysvětluje úvod kapitoly 4.

První část kapitoly tvoří praktické návrhy optimalizace datových toků. Následuje doporučení využít centralizovaný kalendář a nakonec je pozornost věnována plánování kapacit výroby.

6.1. Technická příprava výroby

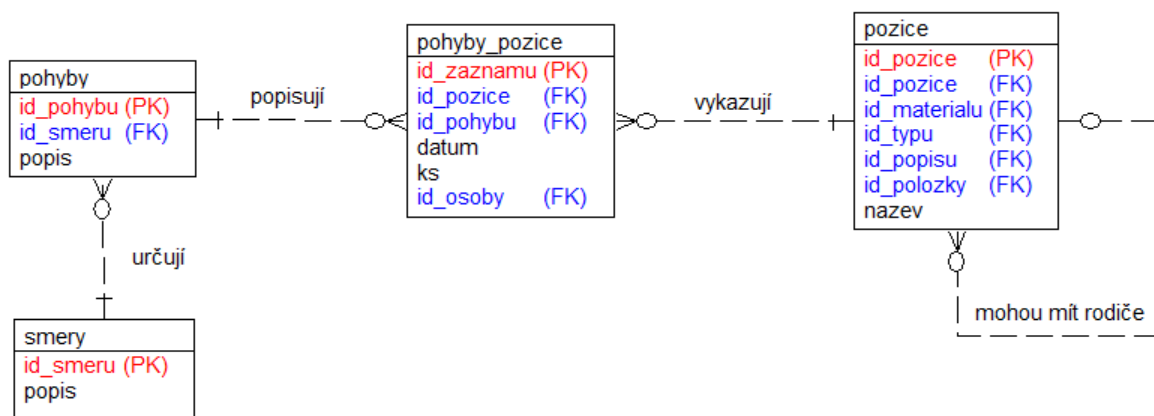
Převážnou část toku materiálu zajišťuje proces technické přípravy výroby (obrázek 10, proces 2). Bez nadsázky lze tvrdit, že celá problematická část toku materiálu náleží právě technické přípravě výroby. Jak by tento proces měl ideálně vypadat, lze shlédnout na obrázku 32.

V současném podání má tento proces informačně špatně řešené zejména subprocesy vytvoření objednávky (2.1) a převzetí dodávky (2.5). Další rezervy v informačním toku jsou ve zpracování požadavků z výroby (2.3) a odeslání do výroby (2.6). Ve všech případech dochází k neefektivnímu zacházení s daty, což ve výsledku zpožďuje celý materiálový tok. Následující řešení poskytne návrh, jak datové toky zmíněných procesů standardizovat pomocí jejich uložení do databáze eFCIS.



Obrázek 32: Technologická příprava výroby

Jakmile je zakázka vytvořena, je nutné ve správný čas obstarat materiál pro výrobu. Naštěstí jednou z informací známých a zapsaných už z objednávky je, zda bude materiál vlastní, tedy zda ho nakoupí Formcad, nebo zda jej poskytne zákazník. V případě materiálu dodaného zákazníkem je při zpracování dat zakázky nutno zaznamenat do databáze provedenou kontrolu skutečně dovezeného materiálu. Aby bylo možné dělat obdobné záznamy i v dalších procesech, bude databázová struktura navržena vcelku univerzálně. Představuje ji obrázek 33.



Obrázek 33: Pohyby pozic

Toto univerzální řešení dovoluje do relace přiřadit prakticky jakýkoliv záznam o pohybu materiálu dané pozice. Datum pohybu je zároveň datem kontroly. Pokud by se popsáný přístup neosvědčil, bylo by pro datum kontroly nutné vytvořit další atribut. Ještě jeden atribut by byl posléze potřeba pro určení zaměstnance, který kontrolu provedl.

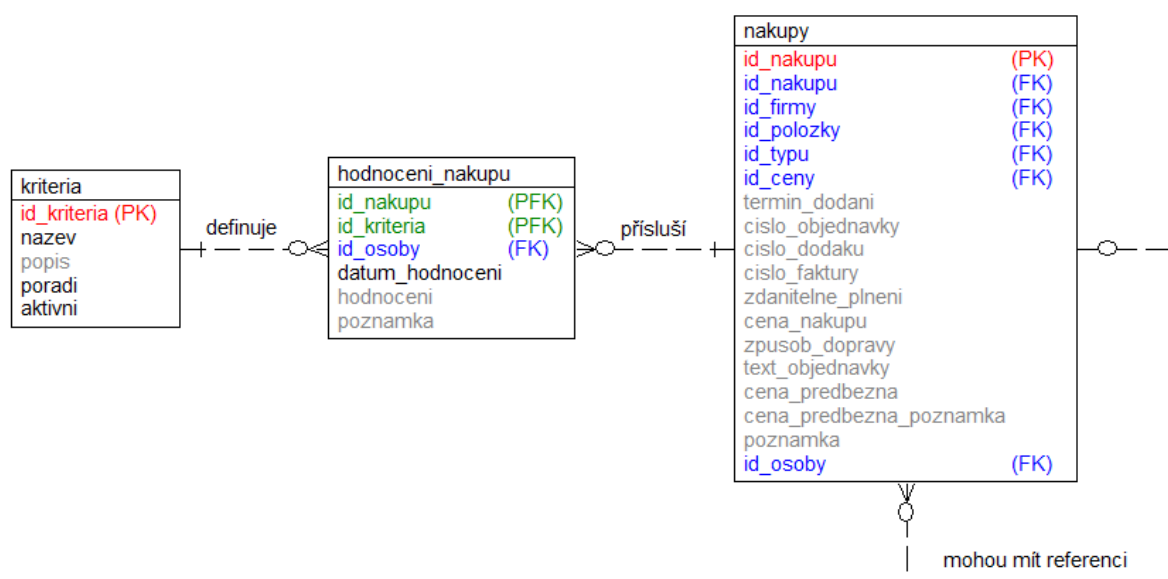
Řešení rovněž zohledňuje, že ne vždy se musí manipulovat se všemi kusy najednou. Jednoduchost omezuje ukládání záznamů o změnách záznamů, pouze atribut `id_osoby` (FK do relace `osoby`) uchovává informaci, kdo naposledy záznam změnil.

Směr pohybu dovolí v aplikaci rozumně filtrovat pohyby pozic na základě skutečnosti, jestli jde o odvoz nebo naopak o dovoz materiálu. Samozřejmě by místo relace `smery` mohl existovat vlastní datový typ obsahující výčet dvou možností. Zde záleží spíš na osobních preferencích a citu pro věc při implementaci. Podle toho se ukáže, jaké řešení bude vhodnější.

Složitější situace nastane ve chvíli, kdy materiál nedodává zákazník, nýbrž ho zajišťuje Formcad. Příliš časně nakoupený materiál váže kapitál firmy, pozdní nákup materiálu vede k nedodržení termínu zakázky.

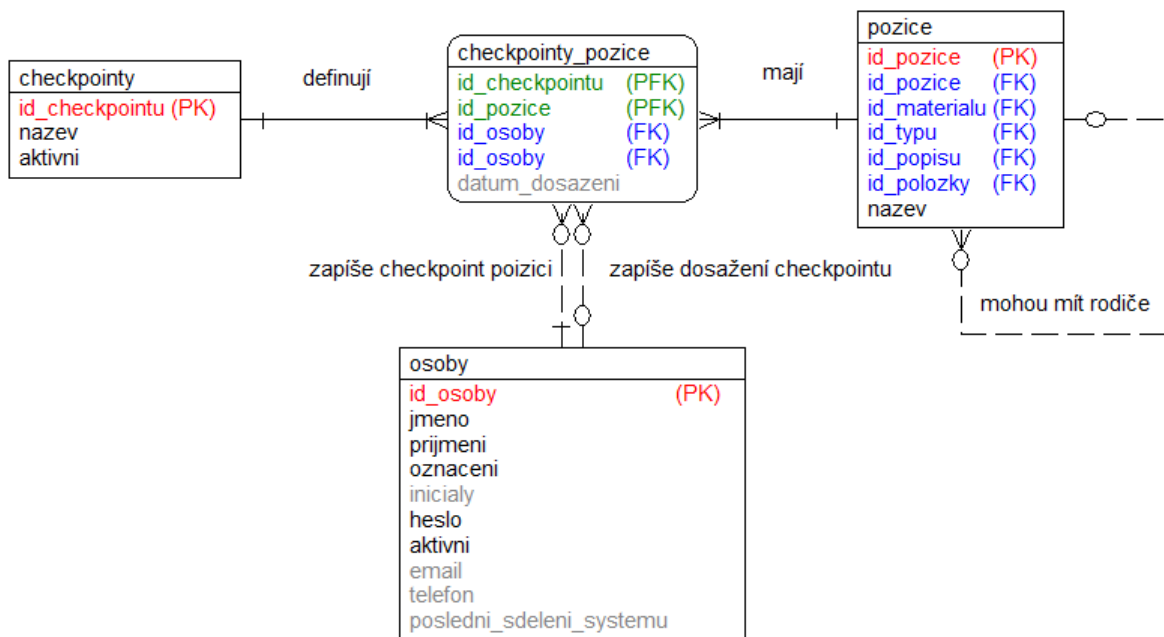
Při zpracování dat zakázky je nezbytné v první řadě určit limitní termín nákupu materiálu. Zde by bylo neefektivní aplikovat automatické určení limitního termínu. Vždyť složitost zakázek a jejich jednotlivých dílů je velmi rozdílná. Různorodé jsou také časové možnosti dodavatelů materiálu. Tím pádem limitní termín nákupu materiálu pro zakázku určí

technolog na základě předešlých zkušeností s referenčními zakázkami a dodavateli materiálu. Pokud je limitní datum dostatečně vzdálené, může na nákup materiálu proběhnout poptávkové řízení mezi více dodavateli. Podporu technologova rozhodnutí může však IS poskytnout. V procesu zpracování relevantních dat (2.7) při vyhodnocení zakázky se připraví půda pro rozhodování v referenčních zakázkách, které přijdou později. Bylo by vhodné vyhodnotit objednávky u zakázky a hodnocení uložit do DB. Předpokládá se, že body hodnocení se budou měnit, tudíž to musí být umožněno. Navržena je tedy struktura, kterou ukazuje obrázek 34.



Obrázek 34: Hodnocení nákupů

Aby bylo možné vytvořit objednávku (2.1), musí proces zpracování dat zakázky (2.4) nejprve nastavit tzv. milníky. Teprve po dosažení stanovených kontrolních bodů lze materiál objednat. Informace o milnících je nutné uložit do databáze. Pro každou pozici existuje různá sada milníků, proto bude zvolena relace M:N. Dosažení milníku bude zaznamenáno přímo v relaci **checkpointy_pozice** pomocí atributů **datum_dosazeni** a **zapsal_dosazeni**. Tyto atributy budou obsahovat NULL hodnotu až do doby zápisu dosažení milníku. Vše je na obrázku 35.



Obrázek 35: Milníky pozic

Opět je učiněn dostatečně univerzální návrh, aby se s měnícími se potřebami mohlo pružně přistupovat k definování nových záchytných bodů. Systém bude dynamický a nejsložitější překážkou tak může být nedůslednost zápisu milníků, případně nedůslednost zápisu jejich dosažení. Pokud se obava ukáže jako oprávněná, bude na místě v eFCIS zablokovat přístup k navazujícím procesům, dokud nebude milníku dosaženo.

6.2. Kalendář

Pokud by existoval přehled životního cyklu položky, značně by to ulehčilo sledování materiálového toku v zakázce. V návaznosti na ISO 9001:2008 chápeme zakázku jako proces, který zaštiťuje dílčí procesy, což ostatně ukazuje obrázek 4. Život zakázky začíná jejím založením, končí po splnění jejího účelu vyhodnocením informací z jejího průběhu.

V různých částech databáze (viz zejména kapitola 4.2.) jsou zaznamenána podstatná data, jež by bylo vhodné analyzovat. Cílem je získat data, jež by v každém okamžiku životního cyklu zakázky přinášela potřebné informace. Například v zakázce, která má zapsanou objednávku materiálu nebo kooperace, by měly být patrné termíny jednotlivých dodávek. Jejich překročení, tedy stav, kdy v databázi nejsou zapsané pohyby pozic v dané objednávce do data termínu dodávky, by mělo být jasně signalizováno.

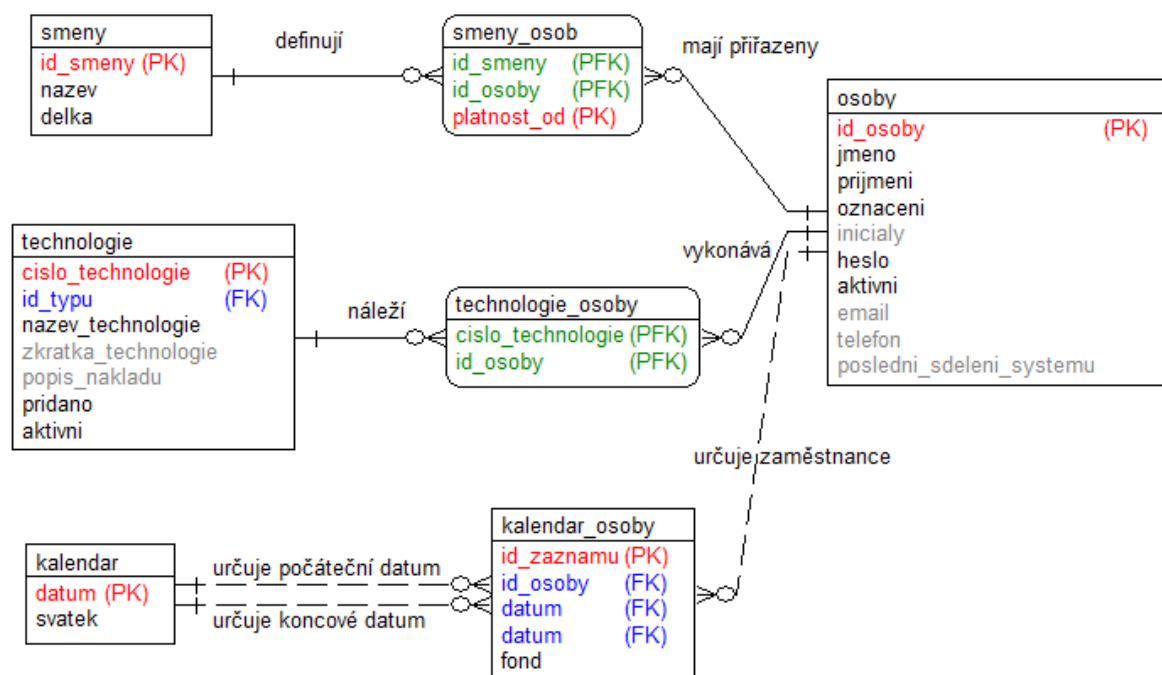
6.3. Plánování kapacit

V prostředí výrobní firmy produkující kusovou výrobu, případně výrobu malých sérií, je nutné postupovat velmi obezřetně. Stávající IS používá plánování kapacit v návaznosti na stroje. U každého ze strojů bylo na základě dlouhodobého pozorování určeno, kolik hodin dokáže denně efektivně odpracovat. Toto řešení bylo implementováno, avšak neuchytilo se, protože nebylo schopné reagovat na náhlé výkyvy v produkci, jako jsou například nemoc obsluhy, přesčas, nebo porucha stroje.

Řešení navrhované pro eFCIS musí jít tedy opačnou cestou, plánovat kapacitu výroby na základě lidských zdrojů. Plánování musí být velmi flexibilní, aby se v něm neopakovaly nedostatky současné implementace.

Silnou stránkou je, že v databázi už existuje relace, jež obsahuje záznamy o zaměstnancích. Zároveň existuje relace, kde jsou uloženy jednotlivé výrobní operace. Protože jeden zaměstnanec zpravidla umí provádět více výrobních operací, stačí v M:N vztahu přiřadit zaměstnance operacím, které mohou vykonávat. Přestože v databázi eFCIS existuje také údaj, jaký typ pracovní směny je každému zaměstnanci přiřazen, je vhodné ho brát spíše s informativní hodnotou. Například díky němu lze tvrdit, že člověk pracující v třísměnném provozu, nebude v pracovních dnech schopen vykonávat práci přesčas, protože běžně pracuje pouze na svém stroji. Další relace, která pomůže ke zpřesnění výsledků je v eFCIS implementovaný kalendář, díky kterému rozlišíme pracovní den od víkendu nebo od státního svátku.

Navrhovaná relace `technologie_osoby` (na obrázku 36) kromě identifikátorů zaměstnanců a výrobních operací nemusí obsahovat žádné další atributy. Kapacita pracovního času každého zaměstnance bude totiž uložena ve zvláštní relaci `kalendar_osoby`.



Obrázek 36: Plánování lidských zdrojů

Navrhován je umělý primární klíč, přestože primární klíč by šel vytvořit kombinací atributů `id_osoby`, `datum_od` a `datum_do`. Poslední dva atributy jsou cizími klíči ukazujícími do relace `kalendar`. Takto navržená relace umožní vcelku jednoduše rozhodovat o přítomnosti či nepřítomnosti zaměstnance v práci při vyhodnocování časových kapacit jednotlivých zaměstnanců. Je vhodné upozornit na atribut `fond`, který může být různý pro zvolené časové období. Při předpokladu přesčasové práce zaměstnanců lze zvýšit nad výchozí stav.

Výchozí stav časového fondu zaměstnance lze získat z tabulky odpracovaných časů v jednotlivých směnách. Se zprovozněním docházky pomocí eFCIS navíc budou k dispozici přesná data, která budou určovat, jakou dobu zaměstnanec strávil v práci, tedy délka každé směny včetně přesčasových hodin.

Lze předpokládat, že procentní poměr času stráveného v práci a skutečně odpracovaného času bude u jednoho zaměstnance v delším časovém okamžiku zhruba konstantní. Přesto při produkčním nasazení bude vhodné předpoklad ověřit na reálných datech. Rovněž by mohlo být zajímavé porovnávat tyto poměry u jednotlivých zaměstnanců.

Vytvořený plán kapacitních možností výroby, tedy součet produktivních časů všech zaměstnanců, bude následně konfrontován s předkalkulovaným časem pozic jednotlivých zakázek, seřazených podle priority a termínu. Tím bude možné pro každý časový okamžik zjistit, kolik hodin práce je potřeba kooperovat u jiných firem, pokud není výroba ve Formcadu časově realizovatelná.

7. Vyhodnocení provedené implementace

V průběhu tvorby této práce se ukázalo, že rozvoj stávajícího informačního systému je neudržitelný a bylo rozhodnuto, že materiálový tok bude začleněn až do nově vznikajícího eFCIS, což je zdůvodněno v kapitole 4.

Nicméně informace o materiálovém toku jsou do jisté míry zahrnuty i v současném IS, viz kapitola 4. V současném stavu byla nalezena úzká místa, jak popisuje kapitola 5. Tato práce poskytuje doporučení, jakým způsobem by měla být provedena implementace v eFCIS, aby byla úzká místa odstraněna, což uvádí kapitola 6.

Samotná implementace nebyla provedena, a to vzhledem k obsáhlosti tématu. Rozsah navržených změn je však natolik veliký, že i při provedení implementace by se její důsledky ukázaly s výrazným časovým zpožděním a v této diplomové práci by je nebylo možné objektivně vyhodnotit. Aby se začaly projevovat předpokládané kladné efekty, musí být výrobně zpracována významnější část dříve zapsaných zakázek, což bude trvat minimálně tři měsíce. Po této době bude možné rovněž ekonomicky vyhodnotit provedenou implementaci.

7.1. Kritéria hodnocení

Přes popsané nedostatky však práce prokáže svůj význam a pro jeho stanovení jsou navržena následující kritéria.

Dodržování milníků přinese efektivnější průchod dílů výrobou. Samozřejmě záleží na obsazení strojních kapacit, což může zkreslit výsledky. Avšak bude možné porovnat stávající data (zápis dílu do IS, první výrobní operace, ukončení výroby) s novými daty. Efektivnější průchod výrobou má přínos také z ekonomického pohledu. Materiál a kooperace se dají objednat později než bez příslušných znalostí, a díky tomu jsou termíny splatnosti faktur odsunuty na pozdější dobu.

Sledování materiálového toku pomocí kalendáře bude možné hodnotit u nových zakázek, které však budou mít referenční zakázky z doby, kdy ještě nebyl kalendář implementovaný

přímo do IS. Kritériem pro hodnocení bude dodržení termínu dodání. Nebezpečím při hodnocení je změna celkové situace na dodavatelském trhu. V letech 2010 a 2011 dodavatelé termíny neplnili nejen z důvodu, že byli málo upomínáni, ale také kvůli tomu, že jim to nedovolilo množství zakázek, které museli vyřídit.

Vyhodnocení efektivity plánování kapacit možné nebude, protože v současné době praktické plánování kapacit neexistuje. Určitě by se měla standardizovat práce lidí zajišťujících výrobu a v důsledku toho by měli být snáze nahraditelní, pokud například onemocní nebo si vezmou dovolenou. Objektivní metriku porovnání se současným stavem však nelze navrhnout.

Z ekonomického pohledu plánování kapacit přispěje ke zrychlení výroby, což jinými slovy znamená zlevnění výroby. Významnou část ceny dílu tvoří výrobní čas, jehož zkrácením se stane výroba zákonitě levnější. Produktivnější využití strojů potom přinese zisk výrobou dalších dílů.

Závěr

Cílem práce bylo vyhledat místa, na nichž vzniká nesoulad v toku materiálu a toku informací ve firmě Formcad s.r.o. Práce byla pojata tak, aby bylo možno odstranit zjištěné nedostatky pomocí začlenění potřebných informací do informačního systému.

Po zhodnocení významu informačních systémů ve firemní logistice a uvedení problematiky jejich použití v modelech řízení zásob byla značná část práce věnována stávajícímu stavu současného informačního systému. Realizovaným přínosem této práce byl začátek vývoje eFCIS, nástupce stávajícího informačního systému ve firmě Formcad.

V současném informačním systému byla nalezena slabá místa, obzvlášť v nesouladu informačního a materiálového toku při zajišťování přípravy materiálu a výroby dílů. Tyto nedostatky byly popsány a byla navržena implementace, která bude provedena až ve vyvíjeném eFCIS. Konkrétně jde o:

- zavedení milníků (známých z projektového řízení) do procesů přípravy informací, objednávání kooperace a výroby dílů,
- centralizovaný kalendář pro sledování dosažení stanovených milníků,
- vyhodnocování plánovaného využití výrobních kapacit, jejich přizpůsobení aktuálním prioritám výroby.

Na závěr jsou popsána kritéria, podle nichž bude možné po určité časové době ověřit, zda provedená implementace dosáhla předpokládaných cílů. Spolu s tím je uveden předpokládaný ekonomický přínos realizace cílů:

- zkrácení výrobních časů znamená zlevnění stávající výroby a možnost dodatečné výroby,
- objednávání materiálu a kooperace ve správný čas dovolí odložit splatnost faktur na pozdější dobu.

Seznam použité literatury

- [1] PERNICA, P. *Logistika (Supply Chain Management) pro 21. století, 1. díl*. 1. vyd. Praha: Radix, 2005. ISBN 80-86031-59-4.
- [2] STEHLÍK, A. a KAPOUN J. *Logistika pro manažery*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2008. ISBN 978-80-86929-37-8.
- [3] LAMBERT, D. M., STOCK, J. R. a ELLRAM, L. M. *Logistika*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2000. ISBN 80-7226-221-1.
- [4] CONOLLY, T., BEGG, C. A HOLOWCZAK R. *Mistrovství - databáze*. 1. vyd. Brno: Copmuter Press, 2009. ISBN 978-80-251-2321-7.
- [5] TVRDÍKOVÁ, M. *Aplikace moderních informačních technologií v řízení firmy*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2728-8.
- [6] HOMOLA, J. *Autodesk bude mít svůj PLM systém*. Praha: Springwinter, 2011, roč. 2, č. 4/2011, s. 14-15. ISSN 1804-5154.
- [7] BASL, J., MAJER, P. a ŠMÍRA, M. *Teorie omezení v podnikové praxi*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2003. ISBN 80-247-0613-X.
- [8] PLEVNÝ, M. a ŽIŽKA, M. *Modelování a optimalizace v manažerském rozhodování*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2005. ISBN 80-7043-435-X.
- [9] SIXTA, J. a ŽIŽKA, M. *Logistika - metody používané pro řešení logistických projektů*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2009. ISBN 978-80-251-2563-2.
- [10] ŘEPA, V. *Podnikové procesy - procesní řízení a modelování*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2006. ISBN 80-247-1281-4.
- [11] DLOUHÝ, M., FÁBRY, J., KUNCOVÁ M. a HLADÍK T. *Simulace podnikových procesů*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2007. ISBN 978-80-251-1649-4.
- [12] ČSN EN ISO 9001, idt ISO 9001:2008. *Systém managementu kvality - Požadavky*. Úřad pro normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, duben 2009. Třídící znak 01 032.
- [13] ADAMEC, F. *MS Project řízení projektů*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 1997. ISBN 80-7169-374-X.
- [14] DVOŘÁK, D. *Řízení projektů - Nejlepší praktiky s ukázkami v Microsoft Office*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-1885-6.

- [15] NAVRÁTIL, M. *Mýty a realita výzkumu a vývoje*. 1. vyd. Praha: Alfa Nakladatelství, 2008. ISBN 978-80-87197-11-0.
- [16] DUCHOŇ, B. *Inženýrská ekonomika*. 1. vyd. Praha: C. H. Beck, 2007. ISBN 978-80-7179-763-0.
- [17] VASWANI, V. *Zend Framework: A Beginner's Guide*. 1 st. ed., New York, 2010. ISBN 978-0-07-163940-8.
- [18] BÖHMER, M. *Zend Framework - Programujeme webové aplikace v PHP*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-2965-1.
- [19] KEOGH, J. a GIANNINI, M. *OOP bez předchozích znalostí*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2006. ISBN 80-251-0973-9.
- [20] RIORDAN, R. M. *Vytváříme relační databázové aplikace*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2000. ISBN 80-7226-360-9.
- [21] SIXTA, J. a MAČÁT V. *Logistika - teorie a praxe*. 1. vyd. Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0573-3.
- [22] GUTMANS, A., BAKKEN, S. S. a RETHANS D. *Mistrovství v PHP 5*. 2. vyd. Brno: Computer Press, 2007. ISBN 978-80-251-1519-0.
- [23] MOLINARO, A. *SQL - kuchařka programátora*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2009. ISBN 978-80-251-2617-2.

Príloha 1 – výpis třídy Fc_Acl

```
1  class Fc_Acl extends Zend_Acl {
2
3      /**
4       * Instance jedináčků
5       *
6       * @var array obsahuje ACL objekty
7       */
8      protected static $_instances = array();
9
10     /**
11      * Získání instance
12      *
13      * @param string $module Název modulu
14      * @return Fc_Acl
15      */
16     public static function getInstance ($module = 'default') {
17
18         // Jestliže soubor neexistuje, přejdi k default modulu
19         if (!file_exists(APPLICATION_PATH . '/configs/acl/' . $module . '.ini')) {
20
21             $module = 'default';
22         }
23
24         // Otestuj, zda existuje instance a vytvoř v případě potřeby
25         if (null === self::$_instances[$module]) {
26             self::$_instances[$module] = new self($module);
27         }
28
29         // Vrať instanci
30         return self::$_instances[$module];
31     }
32
33     /**
34      * Vytvoří ACL
35      *
36      * @param string $module Název modulu
37      */
38     protected function __construct ($module = 'default') {
39         // načítá ACL z INI souboru
40         $config = new Zend_Config_Ini(APPLICATION_PATH . '/configs/acl/' . $module . '.ini');
41
42         // vytvoří uživatelské role
43         foreach($config->roles as $name => $parents) {
44
45             if (!$this->hasRole($name)) {
```

```

46         if (empty($parents)) {
47             $parents = array();
48         } else {
49             $parents = explode(',', $parents);
50         }
51         $this->addRole(new Zend_Acl_Role($name), $parents);
52     }
53 }
54
55 // vytvoří zdroje
56 foreach ($config->resources as $resource) {
57     $this->addResource(new Zend_Acl_Resource($resource));
58 }
59
60 // vytvoří pravidla
61 foreach ($config->rules as $function => $rule) {
62     foreach ($rule as $role => $rule2) {
63         foreach ($rule2 as $resource => $rule3) {
64             if ('all' == $rule3) {
65                 $this->$function($role, $resource);
66             } else {
67                 $this->$function($role, $resource, $rule3->toArray());
68             }
69         }
70     }
71 }
72 }
73 }

```